TEMÁTICAS EM AGROPECUÁRIA:
A sua Importância para o Mundo Globalizado

Organização: Jader Luís da Silveira

Volume 1
2021

Editora
REALCONHECER

TEMÁTICAS EM AGROPECUÁRIA:
A sua Importância para o Mundo Globalizado

Organização: **Jader Luís da Silveira**

Volume 1
2021

Editora
REALCONHECER

© 2021 – Editora Real Conhecer

editora.realconhecer.com.br

realconhecer@gmail.com

Autor e Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/Real Conhecer

Revisão: Respectivos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Ma. Jaciara Pinheiro de Souza, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Dra. Náyra de Oliveira Frederico Pinto, Universidade Federal do Ceará, UFC

Ma. Emile Ivana Fernandes Santos Costa, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Me. Rudvan Cicotti Alves de Jesus, Universidade Federal de Sergipe, UFS

Me. Heder Junior dos Santos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP

Ma. Dayane Cristina Guarnieri, Universidade Estadual de Londrina, UEL

Me. Dirceu Manoel de Almeida Junior, Universidade de Brasília, UnB

Ma. Cinara Rejane Viana Oliveira, Universidade do Estado da Bahia, UNEB

Esp. Érica dos Santos Carvalho, Secretaria Municipal de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Esp. Jader Luís da Silveira, Grupo MultiAtual Educacional

Esp. Resiane Paula da Silveira, Secretaria Municipal de Educação de Formiga, SMEF

Sr. Victor Matheus Marinho Dutra, Universidade do Estado do Pará, UEPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Silveira, Jader Luís da

S587t Temáticas em Agropecuária: A sua Importância para o Mundo Globalizado / Jader Luís da Silveira. – Formiga (MG): Editora Real Conhecer, 2021. 107 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-994367-8-9
DOI: 10.5281/zenodo.4768670

1. Agropecuária. 2. Mundo Globalizado. 3. Agricultura. 4. Pecuária. I. Silveira, Jader Luís da. II. Título.

CDD: 630
CDU: 63

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Real Conhecer
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
editora.realconhecer.com.br
realconhecer@gmail.com
Formiga - MG
Catálogo Geral: https://editoras.grupomultiatual.com.br/

AUTORES

ALCIONE LINO DE ARAÚJO

ALICY BEATRIZ TEXEIRA

ANA ISABEL CHAGAS PAIVA

ANDRESSA MARQUES SILVA

ANELISA DE FIGUEIREDO PELOSO

FRANCISCO GABRIEL BARROS DE JESUS

JORGE MATEUS DE CARVALHO BOUERES

JOSÉ FRANCISCO TEIXEIRA DO AMARAL

MELISSA RODRIGUES PALHANO

PLÍNIO GONÇALVES FAHD

RICKELMY DAS CHAGAS BARROS

ROSANDRO BOLIGON MINUZZI

SANDRO DAN TATAGIBA

APRESENTAÇÃO

A globalização vem reestruturando a economia e produção agropecuária brasileira, fazendo com que seja criado um novo modelo econômico, técnico e social de produção.

Assim, a obra “Temáticas em Agropecuária: A sua Importância para o Mundo Globalizado” foi concebida diante artigos científicos especialmente selecionados por pesquisadores da área.

Os conteúdos apresentam considerações pertinentes sobre os temas abordados diante o meio de pesquisa e/ou objeto de estudo. Desta forma, esta publicação tem como um dos objetivos, garantir a reunião e visibilidade destes conteúdos científicos por meio de um canal de comunicação preferível de muitos leitores.

Este e-book conta com trabalhos científicos das áreas da Agropecuária, bem como a sua grande importância para o mundo globalizado, aliados às temáticas das práticas ligadas a sustentabilidade, a inovação, bem como os aspectos que buscam contabilizar com as contribuições de diversos autores. É possível verificar a utilização das metodologias de pesquisa aplicadas, assim como uma variedade de objetos de estudo.

SUMÁRIO

Capítulo 1 **PERFORMANCE FOTOSSINTÉTICA E A CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MAGNÉSIO EM ARROZ** *Sandro Dan Tatagiba; Anelisa de Figueiredo Peloso*	***9***
Capítulo 2 **AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL E OS DESAFIOS DA MULHER EMPREENDEDORA NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA** *Alcione Lino de Araújo; Plínio Gonçalves Fahd; Alicy Beatriz Texeira; Andressa Marques Silva; Rickelmy das Chagas Barros*	***22***
Capítulo 3 **AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO MENSAL FORNECIDA PELO TERRACLIMATE NO ESTADO DE SANTA CATARINA** *Rosandro Boligon Minuzzi*	***44***
Capítulo 4 **A PIRACLOSTROBINA PRESERVA O REDIMENTO FOTOQUÍMICO EM FOLHAS DE Coffea arabica L. EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA** *Sandro Dan Tatagiba; Anelisa de Figueiredo Peloso; José Francisco Teixeira do Amaral*	***56***
Capítulo 5 **NUTRIÇÃO SILICATADA E O DESEMPENHO FOTOQUÍMICO EM ARROZ** *Sandro Dan Tatagiba*	***70***

Capítulo 6
SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL: A CONTRIBUIÇÃO DOS PROGRAMAS DE POLÍTICA PÚBLICA DO GOVERNO FEDERAL – PAA E PNAE ATRAVÉS DA AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA ***83***
Alcione Lino de Araújo; Plínio Gonçalves Fahd; Melissa Rodrigues Palhano; Ana Isabel Chagas Paiva; Jorge Mateus de Carvalho Boueres; Francisco Gabriel Barros de Jesus

Biografias
CURRÍCULOS DOS AUTORES ***104***

Capítulo 1

PERFORMANCE FOTOSSINTÉTICA E A CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MAGNÉSIO EM ARROZ

Sandro Dan Tatagiba

Anelisa de Figueiredo Peloso

PERFORMANCE FOTOSSINTÉTICA E A CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MAGNÉSIO EM ARROZ

***Sandro Dan Tatagiba*[1]**

Graduado em Agronomia e em Licenciatura em Ciências Biológicas, possui Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutorado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou Pós-Doutorado na área de Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é professor adjunto do Instituto Federal do Pará, Campus Tucuruí, lecionando no Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas e em Cursos de Ensino Médio Integrado, participando na coordenação de projetos de pesquisa, publicações em periódicos internacionais, nacionais e eventos, além de participar de membro de várias Comissões. Foi Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no IFPA-Campus Itaituba e Chefe do Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFPA-Campus Tucuruí. Atua na linha de pesquisa na área de Ciências Agrárias e Biológicas, com ênfase em Botânica, principalmente na sub área de Fisiologia Vegetal. Atuou como Analista Florestal na empresa PLANTAR. S.A Reflorestamento, tendo experiência na área florestal, trabalhando na gestão de processos, com destaque no desenvolvimento e coordenação de atividades silviculturais, além de exercer outras atividades em empresas como, por exemplo, a Centro Norte Mudas e Sementes LTDA, o SENAR e a BASF S.A.

***Anelisa de Figueiredo Peloso*[2]**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2012) com aperfeiçoamento em Agricultura na Universidade de Minnesota, Estados Unidos e Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Fisiologia de Plantas Cultivadas, Fitopatologia, Entomologia Agrícola e Grandes Culturas.

---

[1] Engenheiro Agrônomo e Licenciado em Ciências Biológicas, Doutor em Fisiologia Vegetal, sandrodantatagiba@yahoo.com.br

[2] Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal, anelisapeloso@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito do magnésio (Mg) sobre os parâmetros de trocas gasosas da fotossíntese [assimilação líquida de CO_2 (*A*), condutância estomática (g_s) e concentração interna de CO_2 (C_i)], dos parâmetros de fluorescência da clorofila (Chl) *a* {fluorescência mínima (F_0), fluorescência máxima (F_m), eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), coeficiente de extinção fotoquímica (q_p), rendimento da fotoquímica [Y(II)], rendimento de dissipação de energia regulado [Y(NPQ)] e o rendimento das perdas de dissipação não reguladas [Y(NO)]}, bem como sobre as concentrações de pigmentos cloroplastídicos em plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva contendo 0,5 ou 1,5 mM de Mg (-Mg ou +Mg nas plantas, respectivamente). As plantas com + Mg apresentaram aumento do desempenho fotossintético em relação as plantas com - Mg. O aumento do desempenho fotossintético promovido por + Mg esteve associado aos incrementos nos pigmentos cloroplastídicos, no aumento de *A* e do rendimento quântico fotoquímico da fotossíntese, demonstrado por q_p e Y(II).

PALAVRAS-CHAVE: fluorescência de imagem da clorofila *a*, fotossíntese, *Oryza sativa*, trocas gasosas.

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effect of magnesium (Mg) on the gas exchange parameters of photosynthesis [net CO_2 assimilation (*A*), stomatal conductance (g_s) and internal CO_2 concentration (C_i)], of the fluorescence parameters of the chlorophyll (Chl) *a* {minimum fluorescence (F_0), maximum fluorescence (F_m), maximum quantum efficiency of photochemistry (F_v/F_m), photochemical extinction coefficient (q_p), photochemistry yield [Y(II)], dissipation yield of regulated energy [Y(NPQ)] and the yield of unregulated dissipation losses [Y(NO)]}, as well as on the concentrations of chloroplast pigments in rice plants grown in a nutrient solution containing 0.5 or 1.5 mM of Mg (-Mg or + Mg in plants, respectively). Plants with + Mg showed an increase in photosynthetic performance compared to plants with - Mg. The increase in photosynthetic performance promoted by + Mg was associated with increases in chloroplast pigments, in the increase in *A* and in the photochemical quantum yield of photosynthesis, demonstrated by q_p and Y (II).

KEYWORDS: image fluorescence of chlorophyll *a*, photosynthesis, *Oryza sativa*, gas Exchange

INTRODUÇÃO

O magnésio (Mg) é o átomo central do anel tetrapirrólico das moléculas de clorofila (Chl) *a* e *b* presentes nos cloroplastos. O átomo de Mg deve ser incorporado nas moléculas de Chl antes que se tornem eficazes de captar a luz necessária para reações de redução de carbono fotossintético (MARSCHNER, 1995). Além do papel do Mg como parte das moléculas de Chl, está envolvido em reações de assimilação de CO_2, como ocorre na fotofosforilação nos cloroplastos (TAIZ; ZEIGER, 2013). Uma grande percentagem (75%) do Mg presente nas células das folhas está associada direta ou indiretamente com a síntese de proteínas através de seu papel na estrutura e função dos ribossomos (MARSCHNER, 1995). O Mg é necessário para a estabilidade das partículas ribossomais, especialmente os polissomos e as partículas funcionais de proteínas do RNA que requerem Mg para realizar as reações seqüenciais, necessárias para a síntese de proteínas a partir de aminoácidos e outros componentes metabólicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O Mg é também necessário para a atividade da RNA polimerase e, assim, atua na formação de RNA no núcleo. Além disso, as mitocôndrias em células vegetais podem sofrer degeneração estrutural em quantidades inadequadas de Mg (MARINOS, 1963). Isto ocorre porque muitas enzimas respiratórias, tais como as fosfatases, ATPases e carboxilases requerem Mg como cofator (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, o Mg desempenha um papel central no metabolismo de energia e síntese de adenosina trifosfato (ATP). Considerando que o Mg liga-se preferencialmente aos grupos fosforil, forma-se um complexo Mg-ATP, que pode ser usado nos sítios ativos de ATPases para a transferência de grupos fosforil ricos em energia (MARSCHNER, 1995). Por último, além de ser necessário na ativação de várias enzimas envolvidas no metabolismo dos lipídios (por exemplo, tioquinase acética), o Mg também está envolvido na biossíntese de fosfolipídios e, consequentemente, na formação de membranas celulares funcionais (MARSCHNER, 1995).

Métodos não-invasivos para avaliar a fotossíntese, tais como, a fluorescência de imagem da Chl *a*, quando combinados com medições de trocas gasosas, podem fornecer uma análise espaço-temporal detalhada de como a planta responde a

mudanças no ambiente (ROLFE; SCHOLES, 2010). Na verdade, a técnica de fluorescência de imagem da Chl *a* tem sido utilizado com sucesso numa variedade de estudos para avaliar as interações entre as plantas e estresses abióticos e bióticos (ROLFE; SCHOLES, 2010). Esta técnica fornece imagens que mapeiam as alterações de parâmetros únicos associados com a fotossíntese nas folhas (KRAMER et al., 2004).

Entre os vários parâmetros de fluorescência de Chl *a* que podem ser avaliados, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo fotossistema (FS) II, é frequentemente representada pela eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), o qual, tem sido amplamente utilizado para comparar tecidos foliares em condições de estresse (KRAMER et al., 2004; ROLFE; SCHOLES, 2010). A energia absorvida pelos centros de reação do PS II na fotossíntese pode ser analisada ainda pela fração de energia usada na fotoquímica [Y(II)] e a perdida na não-fotoquímica, a qual pode ainda ser separada em duas concorrentes de vias não-fotoquímicas: o rendimento induzido pelo processo de regulação negativa [Y(NPQ)] associada à dissipação térmica controlada e o rendimento para outras perdas de energia [Y(NO)]. Normalmente, o estresse provocado por algum fator ambiental na planta pode levar a uma redução inicial em Y(II), um aumento em Y(NPQ) e um declínio em F_v/F_m, ligado a perda de funcionalidade do aparato fotossintético (KRAMER et al., 2004).

Considerando a importância do Mg no metabolismo vegetal, o presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de investigar o desempenho fotossintético (através da combinação das análises de trocas gasosas, da técnica de fluorescência de imagem da Chl *a* e de pigmentos fotossintéticos) em folhas de arroz, cultivados em uma solução nutritiva de 0,5 e 1,5 mM de Mg.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade de Crescimento de Plantas do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa-MG, localizado a 20º 45’ S e 42º 52’ W e 648, 82 m de altitude.

As plantas de arroz foram cultivadas em soluções nutritivas preparadas com base em Hoagland e Arnon (1950) com algumas modificações. Para obter as concentrações de 0,5 mM de Mg, utilizou-se $MgSO_4.7H_2O$, enquanto para 1,5 mM foi usado 0,5 mM sob a forma de $MgSO_4.7H_2O$ e 1,0 mM sob a forma de $MgCl_2$. Estas

duas concentrações de Mg foram escolhidos para obter níveis baixos e altos de Mg foliar dentro da faixa adequada de concentrações nas folhas de arroz (MALAVOLTA et al., 1997).

Sementes de arroz da cultivar “Primavera”, suscetível à escaldadura, foram esterilizadas em 10% de NaOCl (v/v) por 2 min, lavadas em água esterilizada por 3 min e germinadas em papel germiteste embebido em água destilada em uma câmara de germinação (MA-835/2106UR; Marconi, São Paulo, Brasil) a 25ºC durante seis dias. As plântulas foram então transferidos para vasos plásticos de 5 L (30 cm de diâmetro) contendo solução nutritiva meia força para dois dias. Após este período, as plantas foram transferidas para vasos plásticos com novas soluções nutritivas preparadas com nas duas concentrações de Mg, tal como descrito acima. A solução nutritiva, sem arejamento, foi trocada a cada quatro dias. O pH foi verificado diariamente e mantido a aproximadamente 5,5 utilizando NaOH ou de HCl (1 M), quando necessário. As plantas cresceram por 55 dias (até surgimento da décimo folha da haste principal em cultura hidropônica contendo 0,5 ou 1,5 mM de Mg em casa de vegetação.

A avaliação dos parâmetros trocas gasosas foram determinadas usando um sistema portátil de fluxo aberto de troca gasosas (LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, EUA), equipado com uma câmara retangular (dimensões de 20 × 30 mm) com 6 cm^2. A assimilação líquida de carbono (*A*), a condutância estomática ao vapor de água (g_s) e a concentração interna de CO_2 (C_i) foram avaliadas na 7ª, 8ª e 9ª folhas da base para o ápice, em cada repetição por tratamento em cinco dias consecutivos. As medidas foram realizadas das 09:00 às 10:30 horas (hora solar), momento em que *A* encontrava em seu valor máximo, sob radiação fotossinteticamente ativa artificial de 1.000 µmol de fótons m^{-2} s^{-1} no nível folha e 400 µmol de CO_2 mol^{-1} de ar. Todas as medições foram realizadas a 25 °C e o déficit de pressão de vapor foi mantido a aproximadamente 1,0 kPa.

Os parâmetros de fluorescência de imagem da Chl *a* foram obtidos na 8ª e 9ª folhas, da base para o ápice, realizada em um único dia no final do experimento, usando a versão MAXI do fluorômetro *Imaging-PAM* e o *software* Imagem Win (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Alemanha). A fim de obter as imagens (resolução de 640 x 480 pixels) dos parâmetros de fluorescência da Chl *a*, as folhas de cada planta foram fixadas individualmente em um suporte a uma distância de 18,5 cm a partir de uma câmara de gravação CCD ("*charge-coupled device*") acoplados ao dispositivo de

fluorescência. Os tecidos foliares foram, em seguida, expostos a um feixe fraco e modulado para avaliação (0,5 µmol m^{-2} s^{-1}, de 100 µS, 1 Hz), a fim de determinar a fluorescência inicial (F_0) quando todos os centros de reação do FS II estavam "abertos". Em seguida, um pulso de luz branca saturando de 2.400 µmol m^{-2} s^{-1} (10 Hz) foi aplicada durante 0,8 s para assegurar a emissão de fluorescência máxima (F_m), quando todos os centros de reação do FS II foram "fechados". A partir destas medições iniciais, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo FS II foi estimada após a adaptação das folhas ao escuro através da eficiência quântica máxima da fotoquímica pela determinação da razão: F_v/F_m = [(F_m - F_0) /F_m)]. Os tecidos foliares foram subsequentemente expostos a irradiação actínica (530 µmol m^{-2} s^{-1}) por 120 s para obter o rendimento de fluorescência no estado estacionário (F_s), após um pulso de luz branca saturante (2400 µmol m^{-2} s^{-1}; 0,8 s) aplicada para atingir a máxima fluorescência adaptada a luz (F_m'). A fluorescência inicial adaptada a luz (F_0') foi estimada de acordo com Oxborough (2004). Seguindo os cálculos formulados por Oxborough (2004), foram determinadas a energia absorvida pelo FS II para os três componentes de dissipação do rendimento quântico a seguir: o rendimento da fotoquímica [Y(II) = (F_m'-F_s)/F_m')], o rendimento induzido pelo processo de regulação negativa [Y(NPQ) = (F_s/F_m') - (F_s/F_m)] e o rendimento para outras perdas de energia (não regulado) [Y(NO) = F_s/F_m]. Além disso, o coeficiente de extinção fotoquímica (q_p) foi calculado como = q_p (F_m'-F_s)/(F_m'-F_0').

A determinação da concentração de pigmentos foliares foi realizada na 7ª, 8ª e 9ª folhas, a partir da base para o ápice, de cada repetição por tratamento, coletadas em um único dia no final do experimento. As amostras foram coletadas em nitrogênio (N) líquido e armazenadas em ultrafreezer a -80ºC, até análise. A Chl *a*, Chl *b* e carotenóides foram extraídos em acetona a 80% e suas concentrações foram estimadas conforme Lichtenthaler (1987). Todo o procedimento foi realizado em ambiente fechado sob luz verde.

A concentração de Mg nas folhas foi determinada por digestão nitroperclórica (BATTAGLIA et al., 1983).

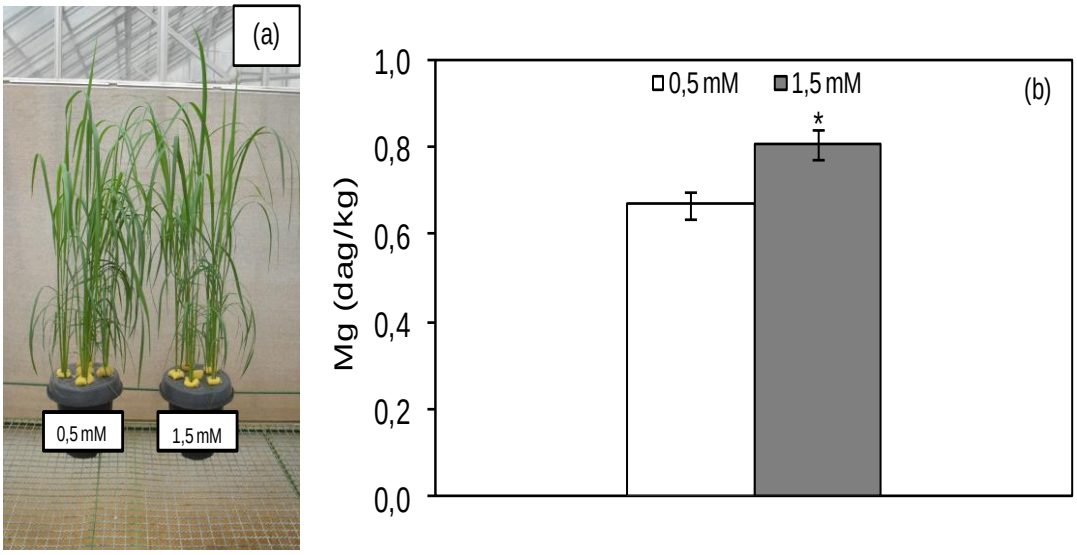
O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. Foram realizadas duas análises estatísticas no experimento. A primeira análise de variância foi realizada em esquema fatorial 2 × 5 consistindo em duas concentrações de Mg (0,5 ou 1,5 mM) e cinco tempos de amostragem (dias 1, 2, 3, 4 e 5). Outra análise de variância com os tratamentos de

concentrações de Mg (0,5 ou 1,5 mM) foi realizada para obter a concentração foliar de Mg, os pigmentos cloroplastídicos e os parâmetros de fluorescência de imagem da Chl *a*. A unidade experimental foi constituída de um vaso plástico com cinco plantas. Os dados obtidos foram analisados utilizando o *software* SAS (versão 8.02 Nível 02M0 para o Windows, SAS Institute, Inc., 1989, Cary, NC, EUA) comparados pelo teste F ($P \leq 0,05$).

Resultados

As plantas mantidas na maior concentração de Mg (1,5 mM) apresentaram coloração das folhas em um tom de verde mais intenso (escuro), principalmente as folhas mais velhas (Figura 1a). Já a concentração foliar de Mg diminuiu significativamente em 23% nas plantas mantidas a 0,5 mM de Mg (referida de agora para frente como - Mg) quando comparadas com as mantidas em 1,5 mM de Mg (referida de agora para frente como + Mg) (Figura 1b).

Figura 1 - Plantas de arroz da cultivar “Primavera” com 0,5 e 1,5 mM de Mg (a). Concentração foliar de Mg em plantas de arroz (b). Médias dos tratamentos seguidos de asterisco (*) são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto representam o erro padrão da média. (n = 6).



Para as plantas com - Mg, houve diminuição significativa em *A*, de 7, 6, 5 e 10%, respectivamente, ao 1º, 2º, 4º e 5º dia de avaliação em comparação com as

plantas com + Mg (Figura 2a). Variações em *A* associada aos tratamentos de Mg, no entanto, não foram relacionadas com g_s, a qual não diferiu de forma significativa ao longo do curso das avaliações (Figura 2b). Diferença significativa para C_i entre os tratamentos Mg só foi observado no 4º dia de avaliação (Figura 2c).

As plantas com - Mg apresentaram valores significativamente menores para Chl *a*, Chl *a* + *b* e carotenóides quando comparadas com as plantas com + Mg. Para Chl *b* não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

Figura 2 - Assimilação líquida de CO_2 (*A*) (a), condutância estomática (g_s) (b) e concentração interna de CO_2 (C_i) (c) em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0,5 e 1,5 mM de Mg. Médias dos tratamentos para cada dia de avaliação seguidas de asterisco (*) são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto representam o erro padrão da média. (n = 6).

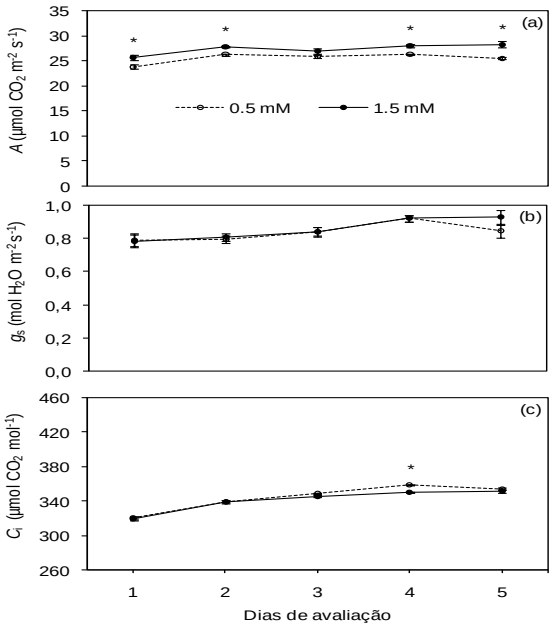
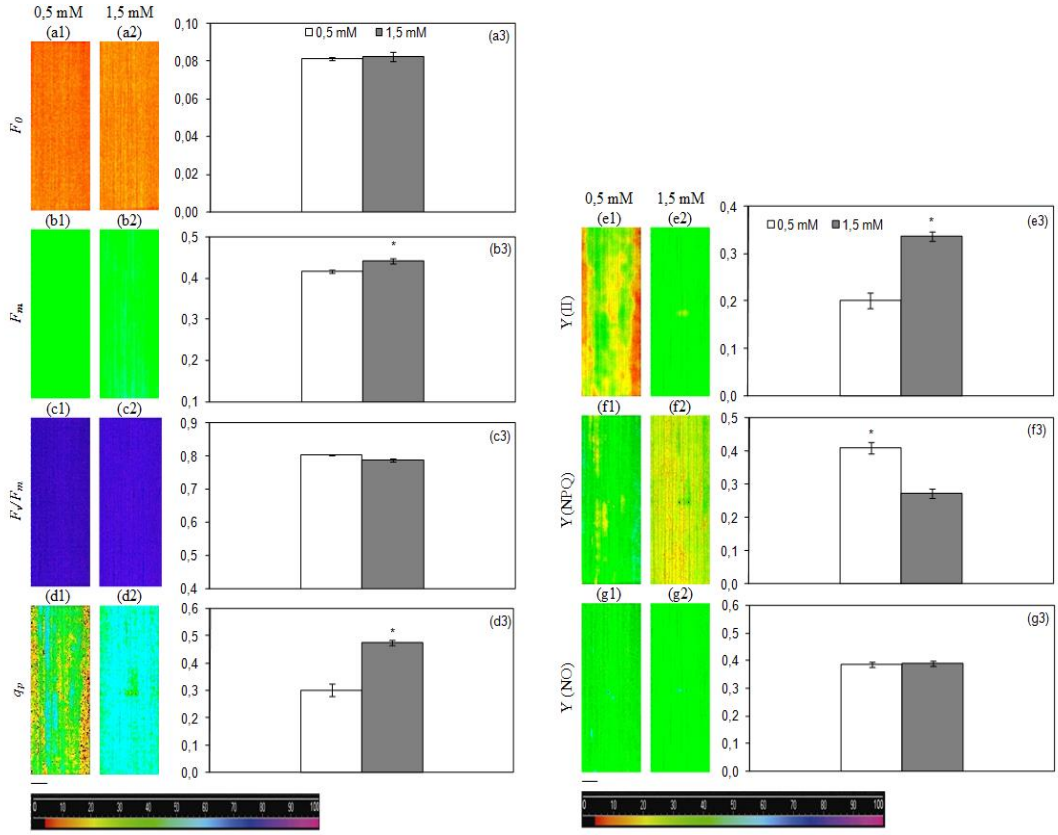


Tabela 1 - Concentrações de clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*), clorofila total (Chl *a* + *b*) e de carotenoides em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0,5 e 1,5 mM de Mg. MF = matéria fresca. (n = 6). Médias dos tratamentos seguidas de (*) na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Pigmentos cloroplastídicos	Chl *a*	Chl *b*	Chl *a* + *b*	Carotenóides
----------(g kg^{1} MF)----------				
0,5 mM	10,23*	3,80	14,03*	3,07*
1,5 mM	12,70	4,37	17,07	4,01
CV (%) =	7,51	17,87	11,20	6,89

Variações no padrão de cor das imagens obtidas do tecido foliar ocorreram para os parâmetros de fluorescência avaliados com base numa escala de cores variando de 0 (preto) a 100 (rosa) (Figura 3).

Figura 3 - Fluorescência mínima (F_0) (a1 e a2 - imagens) (a3 - valores), fluorescência máxima (F_m) (b1 e b2 - imagens) (b3 - valores), eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m) (c1 e c2 - imagens) (c3 - valores), coeficiente de extinção da fotoquímica (q_p) (d1 e d2 - imagens) (d3 - valores), rendimento quântico efetivo do FSII Y(II) (e1 e e2 - imagens) (e3 - valores), rendimento quântico da dissipação regulada Y(NPQ) (f1 e f2 - imagens) (f3 - valores) e rendimento quântico da dissipação não regulada Y(NO) (g1 e g2 - imagens) (g3 - valores) em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0,5 e 1,5 mM de Mg. Médias dos tratamentos seguidos de asterisco (*) nos gráficos são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto dos gráficos representam o erro padrão da média. O traço no final das imagens representam 0,5 cm. (n = 6).



As primeiras mudanças visuais foram observadas nas folhas das plantas com - Mg. As alterações nos padrões das imagens em qp, bem como para Y(II) e Y(NPQ) para as plantas com - Mg foram mais notáveis do que em comparação as plantas com + Mg (Figuras 3 d1- d2, e1-e2, f1-f2).

Com base na análise quantitativa dos parâmetros de fluorescência, observa-se quedas significativas de 6% para Fm, 36% para qp e 40% para Y(II) nas plantas com - Mg em comparação com as plantas com + Mg (Fig 4 b3, d3, e3, respectivamente). Aumento significativo de 33% para Y(NPQ) ocorreu para as plantas com - Mg em comparação com + Mg (Figura 3 f3).

DISCUSSÃO

Neste estudo, os tratamentos com Mg resultaram em concentrações foliares (valores que variam de 0,55-0,84 dag/kg) que estão dentro ou ligeiramente maior do que aquelas que se acredita como níveis normais em folhas de arroz que variam 0,50-0,70 dag/kg (MALAVOLTA et al., 1997). Para o nosso conhecimento, este estudo fornece a primeira evidência de que uma concentração foliar adequada de Mg é de extrema importância para manter o desempenho fotossintético em folhas de arroz. As maiores concentrações de Chl e carotenóides, exerceram papéis fundamentais na

fotoquímica da folha, e os parâmetros de fluorescência da Chl *a* mostram claramente a importância de um suprimento extra de Mg como uma estratégia de mitigação para aumentar a produtividade primária em arroz.

A elevada concentração foliar de Mg obtidas nas plantas com + Mg promoveu aumentos do rendimento quântico do FSII, como indicado pelos maiores valores de Y(II). Esta descoberta, juntamente com maiores concentrações de Chl *a* e carotenóides, indicam uma maior absorção e uso da luz, o que pode ter aumentado a taxa de transporte de elétrons através dos fotossistemas (OXBOROUGH, 2004). Por sua vez, os valores de Y(NPQ) para as plantas + Mg diminuíram, sugerindo que menos energia de excitação foi dissipada em forma de calor, indicando, portanto, que o aumento da concentração foliar de Mg favoreceu a dissipação de energia para a fotoquímica em contrapartida da dissipação de energia não fotoquímica, promovendo assim efeitos positivos na fotossíntese. Entretanto, a energia de excitação foi direcionada para ambos os eventos, fotoquímico e não fotoquímico, de uma forma eficiente. Coletivamente, estas respostas são consistentes com uma maior utilização da energia de excitação fotoquímica para conduzir as taxas de fixação de carbono mais elevadas em plantas com + Mg.

Mudanças nas taxas de assimilação de CO_2 nas folhas de plantas não estiveram associadas com g_s, independentemente da concentração de Mg. Havia aumento nos valores significativos em *A* para as plantas com + Mg em comparação com as plantas com - Mg, enquanto para g_s as médias não diferiram significativamente para ambas concentrações. Isto implica, portanto, que o desempenho fotossintético não podia estar relacionado com a entrada de CO_2 através dos estômatos. De qualquer forma, seja qual for o fator de difusão de CO_2 para o interior dos sítios de carboxilação na folha, não pode ser descartado o aumento da atividade carboxilativa da enzima ribulose 1,5 bisfosfato carboxilase oxigenase (Rubisco).

Curiosamente os valores de F_0 e F_v/F_m nas folhas tratadas com Mg não apresentaram diferenças significativas, indicando que + Mg não promoveu ganho na eficiência fotoquímica do fotossistema II. Esta constatação sugere que desempenho fotoquímico das plantas com + Mg foi até certo ponto mantido em níveis desejáveis pelo aumento na concentração de Chl *a* e carotenóides.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo indicam que a elevada concentração foliar de Mg (1,5 mM) contribuiu para o aumento do desempenho fotossintético, estando associado aos incrementos nos teores de Chl e carotenóides, no aumento de *A* e do rendimento quântico fotoquímico da fotossíntese, demonstrado por q_p e Y(II). Assim, o suprimento extra de Mg pode ser utilizado como estratégia de mitigação para aumentar a produtividade primária em arroz.

REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de Análise Química de Plantas**. Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 1983.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plant without soil. **California Agricultural Experiment Station Circular**, v. 347, p. 1-32, 1950.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of Q_A redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v. 79, p. 209-218, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

MALAVOLTA, E.; VITTI; G. C.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2ª Ed. São Paulo: POTAFOS, 1997.

MARINOS, N. G. Studies on submicroscopic aspects of deficiencies. **American Journal of Botany**, v. 50, p. 998-1005, 1963.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995.

OXBOROUGH, K. Using chlorophyll a fluorescence imaging to monitor photosynthetic performance. In: GOVINDJEE, P. G. Eds. Chlorophyll fluorescence: **A signature of photosynthesis**. Dordrecht: Springer, p. 409-428, 2004.

ROLFE, S. A.; SCHOLES, J. D. Chlorophyll fluorescence imaging of plant-pathogen interactions. **Protoplasma**, v. 247, p. 163-175, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Capítulo 2

AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL E OS DESAFIOS DA MULHER EMPREENDEDORA NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA

Alcione Lino de Araújo

Plínio Gonçalves Fahd

Alicy Beatriz Texeira

Andressa Marques Silva

Rickelmy das Chagas Barros

AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL E OS DESAFIOS DA MULHER EMPREENDEDORA NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA

Alcione Lino de Araújo[3]

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico- IFMA – Campus Santa Inês

Plínio Gonçalves Fahd[4]

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico- IFMA – Campus Santa Inês

Alicy Beatriz Texeira[5]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Andressa Marques Silva[6]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Rickelmy das Chagas Barros[7]

Discente do Curso Técnico de Logística- IFMA – Campus Santa Inês

Resumo

Face ao desafio de construir conhecimento sobre os aspectos psicológicos da mulher, um deles é o lado empreendedor. A criação de micros e pequenas empresas por mulheres está sendo de grande importância econômica e social para muitos países. De acordo com pesquisas, as mulheres respondem por 42% das empresas brasileiras ficando, inclusive, acima da média internacional de 39,9%. Porém, pouco se sabe sobre o modo de gerir das mulheres empreendedoras e inclusive sobre suas competências. As mulheres vêm conquistando cada vez mais espaço em diversas áreas profissionais e essa evolução também ocorre na agricultura familar quanto ao empreendedorismo. No entanto, é reconhecido que as empreendedoras enfrentam muitas dificuldades ao tentar conciliar as suas empresas com a família. O objetivo central dessa pesquisa é analisar os desafios enfrentados pelas mulheres empreendedoras na cidade de Santa Inês em conciliar os conflitos entre o trabalho e

[3] Doutora em Engenharia da Produção, atuando em Cursos Técnicos no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – alcione.lino@ifma.edu.br;

[4] Especialista em Contabilidade Internacional e MBA Executivo Empresarial em Gestão Pública e Responsabilidade Fiscal, atuando em Cursos Técnicos no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – fhad@terra.com.br.

[5] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – alicyteixeirabt3@gmail.com;

[6] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – andressmarquess@gmail.com;

[7] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – barrosrickelmy15@gmail.com;

a família, averiguando diferentes aspectos psicológicos como: competência; desafios; qualidade de vida; que compõem a experiência das empreendedoras no âmbito da agricultura familiar sustentável. O empreendedorismo rural destaca-se pela importância do desenvolvimento local e à conservação do patrimônio agrícola. As mulheres trabalham na produção agrícola valorizando a cultura e alimentação saudável sem o uso de agrotóxicos, com produtos diferenciados trazidos diretamente das propriedades rurais. A técnica de coleta de dados se deu por meio de questionário e sua aplicação foi direcionada a 76 mulheres empreendedoras, sendo a pesquisa quantitativa e descritiva com embasamento de autores renomados e que possuem amplo conhecimento sobre o tema. Logo, conclui-se que a mulher possui uma grande e notória competência, mostrando sua capacidade de competir no mercado de trabalho agrícola, contribuindo com excelência para o crescimento do empreendedorismo rural desenvolvendo esforços para realizar suas tarefas de comercialização e rotinas domésticas e estabelecendo objetivos futuros, obtendo sucesso e inovação nos seus empreendimentos.

Palavras-chave: Agricultura Familiar; Empreendedorismo; Mulher.

SUSTAINABLE FAMILY AGRICULTURE AND THE CHALLENGES OF ENTREPRENEURIAL WOMEN IN THE CITY OF SANTA INES – MA

Abstract

Faced with the challenge of building knowledge about the psychological aspects of women, one of them is the entrepreneurial side. The creation of micro and small businesses by women is of great economic and social importance for many countries. According to surveys, women account for 42% of Brazilian companies, even being above the international average of 39.9%. However, little is known about how women entrepreneurs manage and even their skills. Women are conquering more and more space in several professional areas and this evolution also occurs in family farming as far as entrepreneurship is concerned. However, it is recognized that women entrepreneurs face many difficulties when trying to reconcile their companies with their families. The main objective of this research is to analyze the challenges faced by women entrepreneurs in the city of Santa Ines in reconciling conflicts between work and family, investigating different psychological aspects such as: competence; challenges; quality of life; that make up the experience of women entrepreneurs in the context of sustainable family farming. Rural entrepreneurship stands out for the importance of local development and the conservation of agricultural heritage. Women work in agricultural production, valuing culture and healthy food without the use of pesticides, with differentiated products brought directly from rural properties. The data collection technique was carried out through a questionnaire and its application was directed to 76 women entrepreneurs, with quantitative and descriptive research based on renowned authors and who have extensive knowledge on the subject. Therefore, it is concluded that women have great and notorious competence, showing their ability to compete in the agricultural labor market, contributing with excellence to the growth of rural entrepreneurship by developing efforts to carry out their marketing tasks and domestic routines and establishing future goals. , obtaining success and innovation in its ventures.

Keywords: Family Farming; Entrepreneurship; Women.

1. Introdução

A agricultura desde os primórdios da evolução humana, fase dos povos nômades, se fizeram necessária para a produção alimentícia e manutenção das espécies; e a partir desta necessidade, as demandas de implantação de técnicas motivou a implementação de mecanismos e ferramentas, que diminuíssem os impactos com a natureza, avaliando principalmente os recursos como esgotáveis; esse controle sobre os meios e a mudança da produção, exigiu que as relações de trabalho e as divisões de tarefas também passassem por reformulações, possibilitando à mulher e demais integrantes da família uma participação no processo produtivo, que gerou a Agricultura Familiar, apoiada e incentivada inclusive por meio de políticas públicas, a exemplo do Programa Nacional do Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Os produtores rurais vivendo uma nova fase, e na região Nordeste com as deficiências de água e fertilidade dos solos, buscaram com as parcerias criar cooperativas, associações e/ou comunidades tradicionais, que com lideranças atuantes, passaram de produções ineficientes e a produção de alimentos agroecológicos eficientes, sem uso de agrotóxicos ou venenos e dando mais oportunidade na condução dos negócios pelas mulheres, que com estratégias de mercado, sendo audaciosas e empreendedoras, fomentaram articulações junto aos órgãos de Assistência Técnica Rural, buscaram a regularização de suas terras e começaram a acessar com suas famílias, recursos e aportes financeiros do Governo Federal e Bancos Financiadores.

O protagonismo feminino e o empoderamento das práticas agroecológicas, fizeram com que casos de sucesso pudessem aumentar as produções de produtos orgânicos e também de criação de novos produtos artesanais, aproveitamento alimentos e espécies do Bioma da Caatinga que sem perspectiva serviam apenas como alimentação dos animais, com a criatividade aforada e iniciativas de começar algo novo e fazer, princípios do Empreendedorismo, vem aos poucos começando um novo movimento intitulado ou reconhecido como: “momento de se arriscar”; “momento de buscar novos horizontes” e “momento de criar produtos valorizando a nossa região” (CAMPOS e CAMPOS, 2017, p. 2).

Na década de 1980, o Movimento de Mulheres na Agricultura (MMA) ganhou renome nacionalmente valorizando as mulheres rurais em suas produções agrícolas

e artesanais, as camponesas do cerrado, as pescadoras da Amazônia, as quebradeiras de coco e babaçu das regiões norte e nordeste, as que garantem a subsistência de suas famílias, produzem alimentos e comercializam parte de suas produções e ainda fomentando articulações para a valorização das classes e a introdução de outras nomenclaturas a exemplo do MMC - Movimento de Mulheres Camponesas (MMC, 2018).

Nestes movimentos, no reconhecimento de suas práticas e no empoderamento de categorias, muitas discussões sobre as produções, relevâncias de lideranças femininas e a organização de mecanismos de salvaguardam-se os conceitos de segurança e soberania alimentar, e que mantivessem em suas produções, o cultivo agroecológico, a conservação de sementes crioulas e a existência de alimentos suficientes ao seus lares e com muita qualidade; esse pressuposto teórico de acordo com Léon (2003), é a mola propulsora da Revolução Verde, cujas produções são livres de agrotóxicos e mesmo sabendo que não iriam salvar o mundo, lutam para manter viva a esperança.

As proposituras na história com a participação feminina, segue direções à caminhos nunca visitados, buscam a valorização e resgate de técnicas que suas mães e avós dominavam com a intenção de restituir uma alimentação mais saudável aos seus familiares, as suas comunidades, aos grupos que se relacionavam, fazendo jus ao movimento de transformação, de ir adiante, de perpetuar saberes e conhecimentos advindos e aprendidos em suas casas na infância; são adeptas ao regate das ervas medicinais, deixando a dependência químicas do ramo farmacêutico, e estimulando o que é tradição, rito e valoração regional e da natureza (MMC, 2018).

As sementes da Revolução Verde, do MMA, do MMC acrescentaram em diversas parte do pais o sentimento de pertença, de empoderamento e de libertação nas mulheres, que perceberam suas forças, suas importâncias na vida de suas famílias, pensamento este que foi corroborado por Menasche (2007), ao trazer à tona a mulher como agente principal no processo sócio produtivo da agricultura familiar, uma vez que ela desempenha múltiplas funções e tarefas na organização interna das unidades produtivas e tendo no seu trabalho uma das principais estratégias de reprodução social.

Mulheres Rurais e Empreendedoras, com visão na sustentabilidade e na promoção de inovações, mudanças e fortalecimento da agricultura familiar, embasadas na inclusão e direitos igualitários de gêneros, e nesta ótica Schumpeter

(1982), preconiza que os empreendedores são agentes sociais que possuem capacidade de inovação, o autor utiliza o termo “destruição criativa” para demonstrar a substituição dos métodos antigos pelos novos. As mulheres empreendedoras são movidas pela paixão pelo que fazem e que buscam deixar um legado, uma história com competência, entusiasmo, racionalidade, tolerância, persistência e flexibilidade (BOM ANGELO, 2003; LANA, *et al*., 2013).

De modo geral, objetivou-se analisar os desafios enfrentados pelas mulheres empreendedoras na cidade de Santa Inês – MA em conciliar os conflitos entre o trabalho e a família, averiguando diferentes aspectos psicológicos (competência, desafios, qualidade de vida) que compõem a experiência das empreendedoras no âmbito da agricultura familiar sustentável.

2. Fundamentação Teórica

A Agricultura Familiar Sustentável é destacada pelo The Global Nutrition Report através das mudanças no status nutricional do Brasil. O Brasil é um país dos melhores exemplos de como uma nação pode construir um forte compromisso político com a nutrição. Após instituir uma série de estratégias implementadas por meio de políticas públicas; o mesmo protagonizou mudanças estruturais que transformaram drasticamente seu panorama nutricional (GNR, 2020). Assim sendo, a FAO (2020) apresenta que o papel dos agricultores familiares na alimentação do mundo é inegável. No Brasil, eles produzem até 70% dos gêneros alimentícios. O mundo tem muito a aprender sobre a forma como o Brasil apoia os agricultores familiares, fornecendo-lhes as ferramentas de que precisam para serem bem-sucedidos. Portanto, há mais de 30 anos, o International Fund for Agricultural Development (IFAD) colabora com o Brasil para reduzir a pobreza, transformar as áreas rurais e aumentar sustentavelmente a produtividade dos pequenos agricultores, sempre protegendo o meio ambiente. Trabalhando juntos para assegurar que as inovações tecnológicas desenvolvidas no país sejam compartilhadas por todo o continente e outras regiões (IFAD, 2020).

Na formulação da política de desenvolvimento local considera-se a agricultura familiar como um segmento a ser dinamizado. Embora a produção familiar responda atualmente por 38% do valor bruto da produção agropecuária nacional e ocupe 77% da mão de obra do campo muitas vezes esses produtores não têm acesso às redes comerciais, sendo necessária a construção de “pontes” que os vinculem a outros

agentes econômicos e sociais. A chamada “demanda institucional” constitui-se em um dos elementos que podem ser utilizados, de forma coordenada com outras ações, a fim de garantir mercado para essa produção (WITTMAN e BLESH, 2017).

A agricultura familiar está exposta a mudanças graves seja na questão econômica, política, social e ecológica; com isso ela está mais inclinada a buscar estratégias inovadoras e sustentáveis para gerenciar o risco e garantir a sobrevivência do negócio (LANKESTER, 2012).

A sustentabilidade constitui um conceito bastante ambíguo, e a definição de uma agricultura familiar sustentável em geral depende da perspectiva subjacente, por exemplo, ecológica ou política (GLOVER e REAY, 2015; LANKESTER, 2012). Uma definição amplamente utilizada de sustentabilidade descreve a sustentabilidade da seguinte forma: "um sistema sustentável é um sistema que sobrevive e persiste" (COSTANZA e PATTEN, 1995, p. 193). À luz do ambiente em rápida mudança na produção agrícola é confrontada com a crucial rapidez que as propriedades são capazes de se adaptar a novos desafios decorrentes. Estratégias destinadas à aprendizagem através de experiências e refletindo os resultados, organizar a propriedade de forma flexível e diversificar para reduzir os riscos pode ajudar a fortalecer essa capacidade de adaptação (DARNHOFER *et. al*., 2010). De acordo com o chamado “modelo de três pilares", a sustentabilidade é muitas vezes definida como um conceito tripartite composto por uma dimensão econômica, ecológica e social (KLEINE, 2009). Em termos de agricultura familiar, a sustentabilidade econômica poderia significar a geração de receitas agrícolas suficiente para garantir a independência da família de emprego não-agrícola. A sustentabilidade ecológica inclui aspectos, como a salvaguarda da biodiversidade e protege os recursos naturais. Sustentabilidade social refere-se à preservação do património cultural encontrando um equilíbrio no trabalho de vida aceitável para uma família de agricultores. Na revisão da literatura, pode-se observar um foco sobre a situação econômica e a dimensão ecológica da sustentabilidade, enquanto a dimensão social é pouco levada em conta. Fatores que estão relacionados a essas três dimensões da sustentabilidade, é observado uma ampla gama de tópicos que podem ser divididos em recursos relacionados com a propriedade, relacionados com a família e recursos relacionados com o trabalhador rural (PERACI e BITTENCOURT, 2011; SUESS-REGIS e FUETCH, 2016).

Para os recursos relacionados à propriedade, os autores Glover e Reay (2015) argumentam que para se investigar como a agricultura familiar deve garantir a sobrevivência do negócio quando os retornos econômicos são mínimos. Os autores ainda apontam que seja identificada a diversificação de negócios para não esgotar todos os meios de recursos de capital. Seguindo a mesma análise dos autores acima quanto aos recursos relacionados com a família, a agricultura familiar tende a adotar duas estratégias quando os retornos econômicos são no mínimo: sacrificando as necessidades da família (trabalhando duro) e comprometendo o orçamento (ganhar e gastar menos). Sacrificar é uma estratégia propensa a conflitos e pode levar ao estresse e exaustão entre os membros da família que coloca maior pressão na propriedade para gerar receitas. O comprometimento é menos propenso a conflitos, mas também obriga a família a seguir um estilo de vida modesto (WITTMAN e BLESH, 2017). Como tal, a disposição para o sacrifício e o compromisso, é um recurso típico de empresas familiares, que pode compensar déficits econômicos durante um determinado período de tempo. No entanto, é questionável se essas estratégias realmente podem melhorar a sobrevivência em longo prazo da propriedade. Os recursos relacionados ao trabalhador rural referem-se à educação profissional na área de conhecimento agrícola ou em agronomia (BELTRÁN-ESTEVE *et.al*, 2012). É necessário também que haja uma preocupação com os animais. Esses conhecimentos farão com que o trabalhador rural tenha a diversificação das necessidades econômicas da agricultura familiar para garantir a qualidade dos produtos oriundos da agricultura familiar.

A história nos mostra que o homem foi instituído como o provedor do lar, cabendo à mulher o papel de cuidadora, de mãe e de esposa. A inserção da mulher no mercado de trabalho ainda pode ser considerada como um processo em construção. As constantes transformações sociais e econômicas, ocorridas na humanidade contribuíram, e ainda contribuem, na evolução desse processo, que ocorreu, e ainda ocorre, de forma árdua e lenta. Embora a condição feminina tenha se mantido muito similar durante muitos séculos, ela não permaneceu estática (ARAÚJO, 2018).

O século XIX trouxe um pouco mais de independência para a mulher, mesmo que alguns costumes ainda fossem cobrados de forma incisiva. No que diz respeito à mulher ocidental, Araújo (2005) afirma que, somente no século XX, o movimento de mulheres ganhou mais visibilidade. Isso ocorreu, mais especificamente, na década de

60, com o respaldo do feminismo. Nesse período, a luta das mulheres ganhou expressividade e se consolidou como um movimento social importante e viabilizador de transformações decisivas nos valores, nos costumes, nas relações de trabalho e na família.

Aos poucos, mulheres de vários países foram conquistando mais espaço e prestígio no mercado de trabalho. No Brasil, essa ascensão ocorreu mais expressivamente a partir da segundo metade do século XX, sobretudo a partir da década de 1970, no auge do movimento feminista. Os autores, Alves e Corrêa (2015) destacam que, neste período, houve um aumento da participação feminina no mercado de trabalho, cuja abertura para as mulheres é explicada pelo processo de urbanização e de crescimento do setor terciário da economia, que abriu as portas para a inserção produtiva das mulheres. As mulheres, por sua vez, passaram oferecer cada vez mais seu trabalho devido à redução da fecundidade, a mudanças na dinâmica conjugal e familiar e a elevação dos níveis médios de escolaridade que, segundo Abramo (2001), já são superiores aos dos homens. Diante disso, Probst (2003) pontua que a mulher deixou de ser vista somente como parte da família; ela também passou a ser considerada como mentora desta importante instituição.

A maior parte dos autores que se dedica a estudar o trabalho feminino na perspectiva de gênero concorda que a mulher sempre trabalhou. Eles ressaltam, contudo, que ao se inserir no mercado, a mulher teve que conciliar sua participação no mercado de trabalho com a criação dos filhos. Adicionalmente, alguns pesquisadores pontuam que a entrada da mulher no mercado de trabalho esteve, em geral, atrelada às necessidades da família; o que sugere que a mulher pobre, com mais frequência do que àquelas com melhores condições socioeconômicas, sempre exerceu uma atividade remunerada (BRUSCHINI, 2008; ALVES e CORRÊA, 2015). Para Sarti (2011), o trabalho feminino faz parte das obrigações familiares da mulher e não se configura como um meio de afirmação individual.

Além disso, a disponibilidade dos indivíduos do sexo feminino para o trabalho também depende de uma complexa combinação de características pessoais, dentre as quais podem ser citadas a idade e a escolaridade, além de outras relacionadas à família, tais como o estado civil e a presença de filhos. Adicionalmente, o ciclo de vida e a estrutura familiar também são características que influenciam a possibilidade de inserção feminina no mercado de trabalho (BRUSCHINI, 2008). Para os autores, Santos e Oliveira (2010), em função das condições objetivas e subjetivas dos papéis

socialmente atribuídos às mulheres e do modo desigual como são construídas as relações de gênero, o acesso ao trabalho, aos salários e aos bens de maneira geral, não é igualitário entre homens e mulheres.

Apesar de todas as desigualdades, é inegável que a participação crescente da mulher no mercado de trabalho agrícola. A posição da mesma apenas como cuidadora e mãe tem sido "desnaturalizada". Para os autores, Sorj *et al*., (2007) defendem que o modelo "tradicional", de homem provedor e mulher dedicada aos cuidados da família, vem sendo substituído por um modelo no qual homens e mulheres se inserem no mercado de trabalho de ma modo geral, mas os cuidados com a família permanecem, em grande medida, uma tarefa realizada apenas pelas mulheres. Para Rocha-Coutinho (2004, p. 16) isto evidencia o fato que "a mulher de hoje apenas multiplicou funções, mas ainda não dividiu as responsabilidades". Além disso, Torres (2006) argumenta que as profissões destinadas às mulheres eram distintas das designadas aos homens. Às mulheres cabiam, por exemplo, profissões como secretárias, datilógrafas, escriturarias, vendedoras, enfermeiras, professoras e empregos precários com salários mais baixos, como: babá, secretária do lar, faxineira, entre outras. Estes podem ter sido pontos decisivos no surgimento da divisão sexual do trabalho e do não-reconhecimento das potencialidades das mulheres ao mesmo páreo dos homens, resultando na destinação das mulheres a espaços específicos e com diferença salarial. Neste sentido, as mulheres "se adaptavam mais às suas capacidades físicas e aos seus níveis inatos de produtividade". (TORRES, 2006).

A sociedade vê com bons olhos pessoas que empreendem, mas por outro lado ainda considera esta uma atividade tipicamente masculina, principalmente se o ramo escolhido não estiver associado àquelas profissões consideradas adequadas para mulheres (MACHADO, 2012). Essa evidência ratifica que o contexto sociocultural também poderá exercer uma força impeditiva aos objetivos organizacionais e compor o elenco das dificuldades que são enfrentadas por proprietárias e gestoras ao buscarem o crescimento ou a manutenção do empreendimento.

No Brasil, as pesquisas mais recentes abordam o tema "empreendedorismo feminino" de forma a contribuir com a existência de estereótipos quando se limitam a fazer comparações entre os sexos (GOMES; SANTANA e ARAÚJO, 2009). No entanto, como explicitam Vale, Serafim e Teodósio (2011), é quase que inevitável fazer comparações como a anterior, diante da percepção de que as mulheres vêm conquistando cada vez mais espaço em diversas áreas, afirmando que a mulher

vem conquistando lugares de destaque nas esferas social, econômica, cultural e política. No campo do empreendedorismo, também se reflete essa evolução, no entanto, com evidências de existência de preconceito.

Os autores Gomes; Santana e Araújo (2009) destacam que uma das principais razões para que a mulher venha a ter o próprio negócio é a flexibilidade de horários, pois dessa forma poderá compatibilizar o trabalho e a família. Para De Campos Strobino e Teixeira (2014) são raras as empreendedoras que têm a fronteira entre o trabalho e a vida pessoal, ou a vida em família, bem definida, e como consequência, geralmente o conflito trabalho-família é defrontado.

3. Metodologia

Do ponto de vista dos seus objetivos mais gerais, a pesquisa se constituiu como exploratória e descritiva, tendo como propósito, respectivamente, “proporcionar visão geral” além da “descrição das características de determinada população” (GIL, 2014, p. 27-28). Quanto à abordagem teórica se classificou como bibliográfica. Quanto ao ambiente de pesquisa e às técnicas de coleta realizou-se um estudo de campo com aplicação de entrevista estruturada. Em relação à natureza dos dados levantados, a pesquisa constituiu-se simultaneamente como quantitativa e qualitativa.

A pesquisa se propõe analisar os desafios enfrentados pelas mulheres empreendedoras na cidade de Santa Inês – MA em conciliar os conflitos entre o trabalho e a família, averiguando diferentes aspectos psicológicos como: competência; desafios; qualidade de vida; que compõem a experiência das empreendedoras no âmbito da agricultura familiar sustentável na cidade de Santa Inês - MA.

4. Análise de Dados

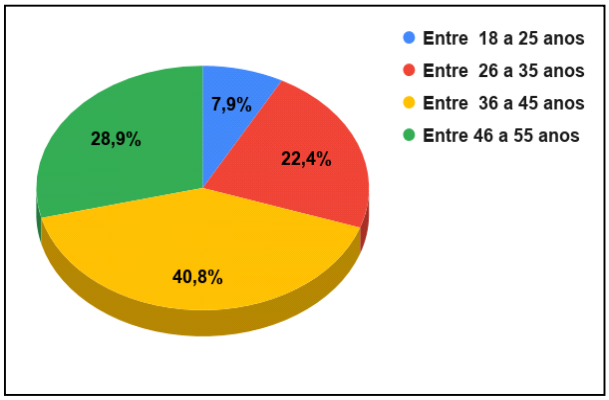
A cidade de Santa Inês conhecida primitivamente como “Ponta da Linha”, por estar localizada, em 1884, no final da via férrea construída pela Companhia Progresso Agrícola para percorrer as plantações de cana de açúcar que abasteciam o Engenho Central, em Pindaré-Mirim, Santa Inês deve sua origem a esse importante empreendimento agroindustrial. Muito procurado por famílias nordestinas, que constituem atualmente, com seus descendentes, mais da metade da população local, o povoado cresceu rapidamente, a ponto de, no início da década de 60, tornar-se mais importante, em termos demográficos e econômicos, do que a sede do município a que

pertencia. A população do município de Santa Inês, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), atualizado em 2020; 89.489 pessoas (IBGE, 2020).

O Maranhão é o terceiro estado com a maior concentração de famílias agricultoras da região Nordeste e o quinto do país. De acordo com o último Censo Agropecuário em 2016, são quase 860 mil agricultores familiares responsáveis pela produção de 93% do café, 89% do arroz, 86% da mandioca e do feijão consumidos no estado. Na safra passada, foram contratados mais de R$ 436 milhões em créditos pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), destes, quase 83 mil contratos foram destinados para melhorias no estabelecimento e na produção dessas famílias (IBGE, 2020).

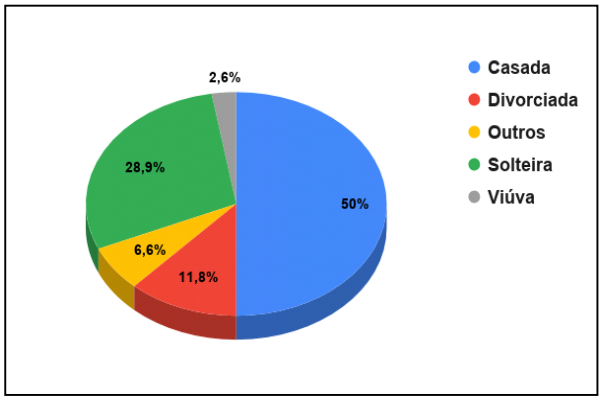
A pesquisa permitiu visualizar uma panorâmica sobre o empreendedorismo na cidade de Santa Inês – MA, principalmente quanto a mulher que trabalha na agricultura familiar, pois as informações que foram repassadas pelas empreendedoras viabilizaram um resultado relevante, dando mais credibilidade a esse estudo, tendo como objetivo maior promover amplo alcance sobre o tema, observando-se o perfil sócio demográfico das mulheres pesquisadas.

Gráfi co 01 – Idade



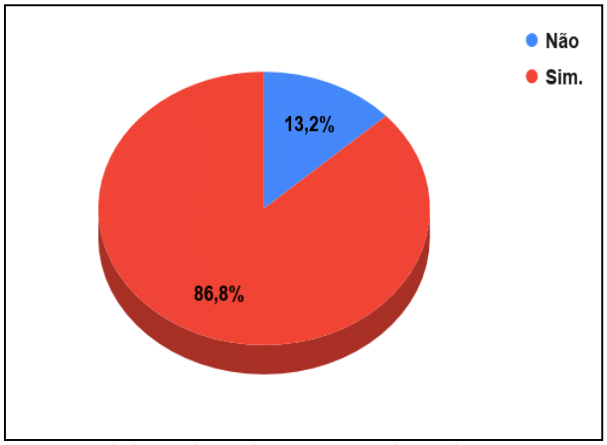
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Gráfico 02 – Estado Civil



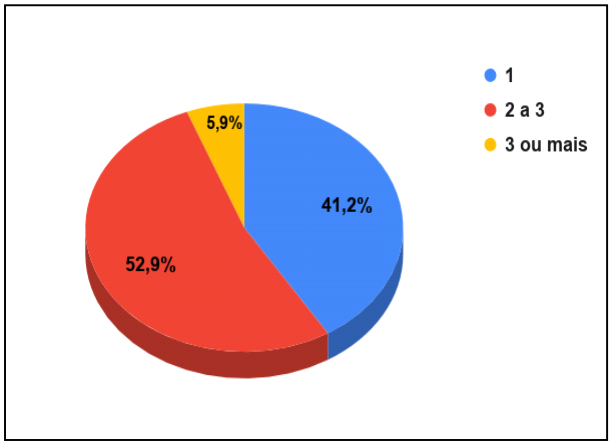
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Gráfico 03 – Filhos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

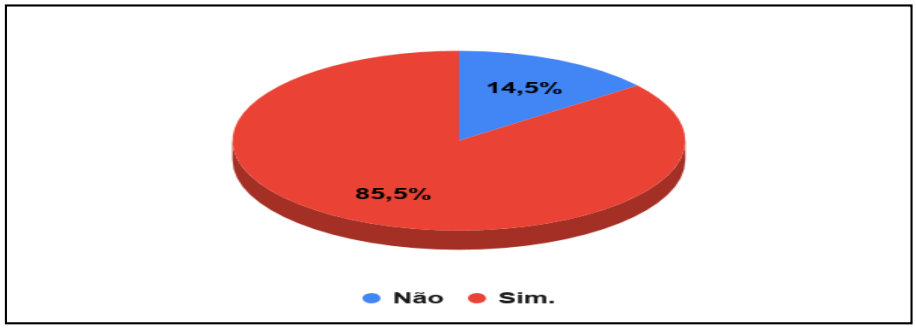
Gráfico 04 – Número de Filhos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Conforme o gráfico 01, a amostra da pesquisa são de mulheres que possuem idades variadas, dentre as quais pode-se destacar que a grande maioria das entrevistadas tem entre 36 a 45 anos, ou seja, correspondem a (40,8%) e 50% delas são casadas, apenas 28,9% das respondentes afirmam que são solteiras como mostra o gráfico 02. Conforme os dados obtidos no gráfico 03 a maioria das mulheres têm filhos, ou seja, 86,8% delas, enquanto 13,2% não possuem e ainda no gráfico 04 mais da metade das entrevistadas tem de 2 a 3 filhos, o que corresponde a 52,9% a frente das que possuem 1 filho, o que equivale a 41,2%. Entende-se, portanto, que a maioria das mulheres entrevistadas são mães, casadas e que possuem mais de dois filhos, o que se permite compreender que essas mulheres exercem atividades laborais em dois ambientes distintos, assumindo duplo papel em suas responsabilidades, seja em suas atividades dentro do lar, na agricultura e também no ambiente empreendedor.

Gráfico 05 – Experiências profissionais antes de ser empreendedora



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

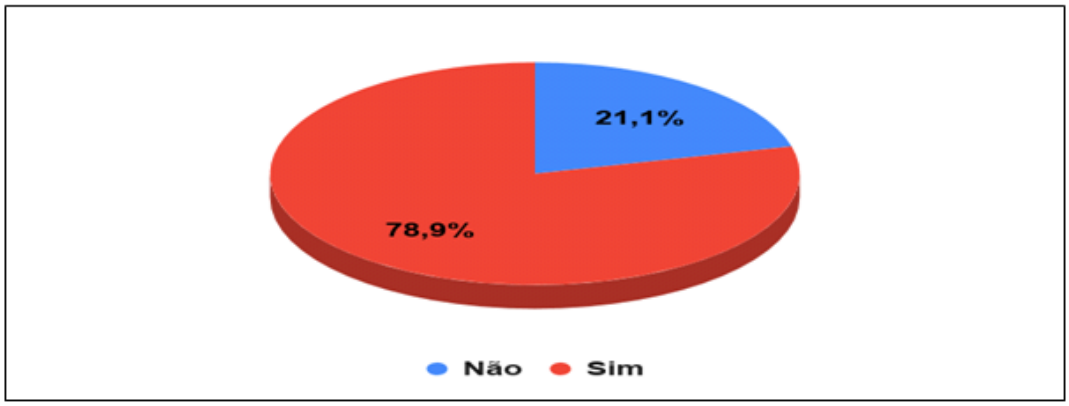
Com base nos principais fatores da referida pesquisa, em relação ao empreendedorismo feminino e o seu empoderamento na agricultura familiar, as

mulheres foram questionadas a respeito de suas experiências profissionais, onde 85,5% delas disseram que adquiriram algumas experiências no mercado de trabalho, como por exemplo: vendedoras, recepcionistas, operadoras de caixa, antes de casarem e irem morar no campo; e se tornarem empreendedoras, enquanto apenas 14,5% não tiveram, como estão representados no gráfico 05.

Nesse contexto, Munhoz (2000), afirma que os obstáculos enfrentados pelas mulheres tornaram-se fatores determinantes para que elas decidissem buscar novos desafios na expectativa de alcançar sua independência financeira, valorização pessoal, social e familiar através de seu próprio negócio, tornando-se assim, uma figura importante, capaz de assumir o seu lugar de liderança.

Cabe ressaltar que a mulher utiliza seus conhecimentos adquiridos ao longo da sua vida profissional antes de empreender, como ponto positivo no sentido de construir um modelo diferente de gerenciar, uma vez que, as experiências anteriores, na maioria das vezes, não foram suficientes para o seu crescimento e reconhecimento do seu trabalho, mas foram aspectos importantes que as estimularam na busca de novos modelos de atuação no mercado mostrando seu jeito feminino de administrar.

Gráfico 6 – Atividade remunerada

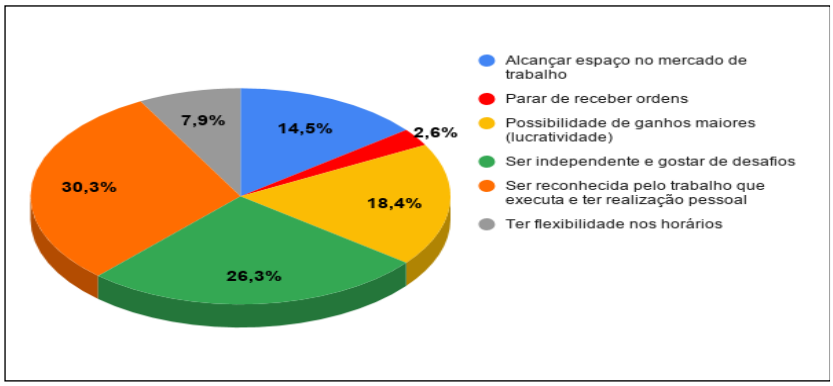


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Como mostra o gráfico 6, quando questionadas sobre possuir uma atividade remunerada, 78,9% delas responderam que sim, levando em consideração seu ramo de atuação do qual são responsáveis pelo seu próprio negócio e apenas 21,1% dessas mulheres não consideram seus empreendimentos como uma atividade remunerada, pelo fato de não estarem obtendo o resultado esperado, uma vez que, o entendimento dessa pequena porcentagem de mulheres em relação ao retorno obtido com o seu empreendimento está focado em tê-lo a curto prazo, o que não acontece

com tanta rapidez, como é o caso da agricultura, levando-as a concluírem que ainda não possuem uma atividade remunerada.

Gráfico 7 – Motivos para empreender

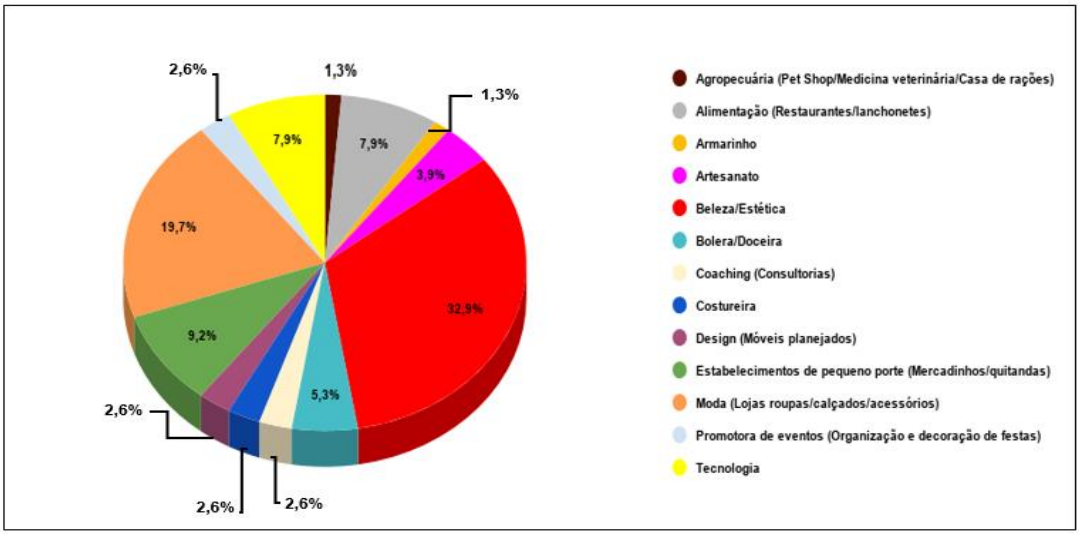


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No gráfico 7 quando questionadas sobre os motivos para empreender, 30,3% das mulheres responderam que esperam o reconhecimento pelo trabalho que executam e também desejam realização pessoal; enquanto 26,3% delas almejam a independência e também gostam de desafios; 18,4% das entrevistadas visam ter maior lucratividade; e 14,5% pretendem alcançar espaço no mercado de trabalho. Este gráfico traz uma reflexão sobre o empreendedorismo feminino que fica evidenciado na concepção de De Campos Strobino e Teixeira (2014) ao relatarem que diferente do sexo oposto, a motivação das mulheres para abrir suas próprias empresas se dá por diferentes motivos e que estão relacionadas à independência financeira, a percepção de uma oportunidade de mercado, as dificuldades em crescer e ser reconhecida profissionalmente em empresas e a dificuldade de conciliar trabalho e família, despertando-as para a sua inserção no mercado empreendedor mesmo sendo no âmbito rural.

Diante dos dados coletados, as informações seguem atreladas à opinião dada pelos autores, mostrando um sincronismo nos resultados obtidos. Pode-se perceber que há vários motivos que levam as mulheres a empreenderem, tornando-se elementos essenciais a impulsionar o desejo destas, de alcançarem seu devido espaço no mercado de trabalho tão concorrido, mostrando que através da sua atuação podem ser reconhecidas pelo seu trabalho, potencial, criatividade e competência, buscando assim, a sua realização pessoal.

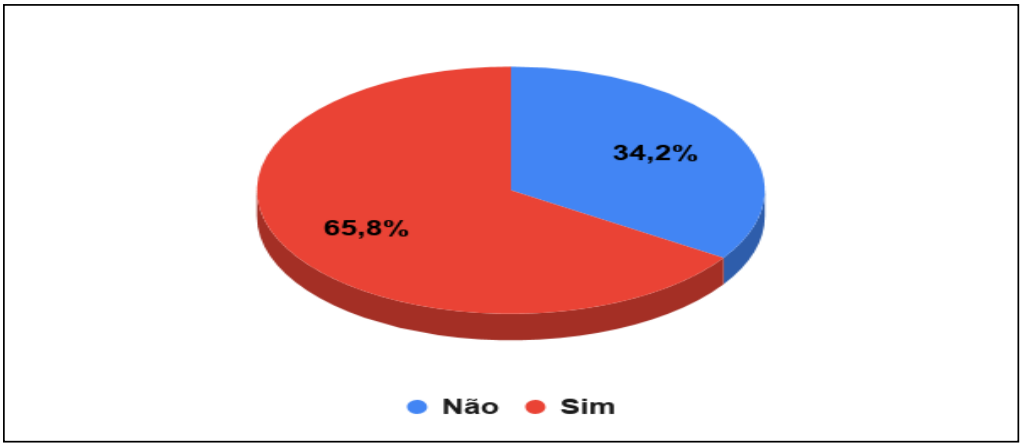
Gráfico 8 – Ramo de atuação



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com o gráfico 8, os dados extraídos através da pesquisa com as mulheres empreendedoras em relação ao seu ramo de atuação no mercado de trabalho na cidade de Santa Inês - MA, traz o seguinte destaque: 32,9% das mulheres estão ligadas ao ramo da beleza e estética abarcando uma boa parte desse mercado, seguido das que atuam no ramo de moda (lojas de roupas, calçados, acessórios) que representa 19,70%; enquanto 9,2% dessas mulheres são donas de estabelecimentos de pequeno porte, esse representam as mulher do campo. Em consonância com dados do SEBRAE (2017), as atividades de prestação de serviços como beleza e estética são os ramos mais atrativos para as mulheres, sendo os que mais crescem no Brasil e de acordo com a pesquisa aplicada com as empreendedoras da cidade foi possível compreender que por se tratar de uma área em expansão e com grande aceitação principalmente pelo público feminino, é um segmento amplo e que possibilita boa lucratividade. Pode-se visualizar ainda no gráfico que o ramo de alimentação e tecnologia também ganham destaque atingindo um percentual considerável entre as entrevistadas 7,9% para cada setor.

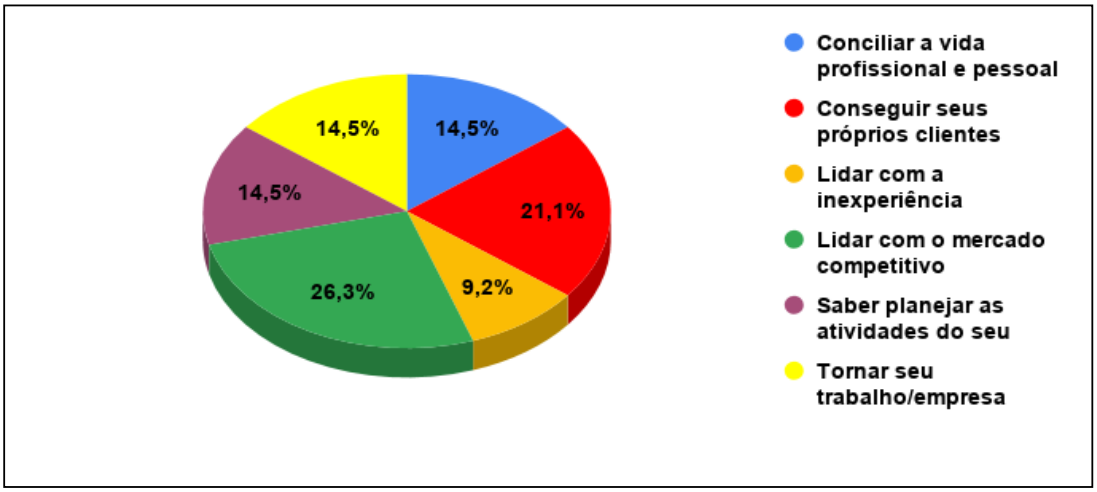
Gráfico 9 – Responsabilidade na renda familiar



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A maioria das empreendedoras participantes da entrevista disseram que são as principais responsáveis pelo sustento da família, ou seja, 65,8% dessas mulheres contribuem nas despesas do lar, enquanto 34,2% disseram que não direcionam sua renda às despesas da casa, conforme mostra o gráfico 9. Nesse sentido, Catardo (2005) relata sobre o papel da mulher nos primórdios, onde ela (a mulher) já tinha um lugar definido, ressaltando ainda que o homem era considerado o único provedor do lar. Compara-se os resultados da pesquisa com o apontamento da autora para entender que a realidade no comportamento da mulher passou por mudanças históricas, pois as mesmas estão conquistando seu espaço no mundo dos negócios, principalmente na agricultura familiar, competindo em igualdade com os homens e na maioria das vezes assumindo a manutenção do lar, ou seja, sendo a vista também como provedora.

Gráfico 10 – Maiores desafios enfrentados pelas empreendedoras



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Quando questionadas sobre os maiores desafios que foram enfrentados por elas, percebe-se a variedade de opiniões, como mostra o gráfico 10, onde 26,3% relatam que lidar com o mercado competitivo foi o maior desafio; enquanto 21,1% responderam que conseguir seus próprios clientes foi desafiador. No entanto, outra opinião relatada foi muito pertinente na entrevista, onde 14,5% mencionaram que conciliar a vida profissional e pessoal foi um grande desafio, principalmente para as mulheres que trabalham no campo. Fortalecendo esse apontamento feito pelas empreendedoras, tem-se o ponto de vista de Monteiro e Sita (2013), quando afirmam que as mulheres enfrentam muitos desafios, sendo relevante destacar que: elas além de realizarem seus afazeres domésticos, cuidar dos filhos, trabalhar na agricultura; gerir seus empreendimentos e muitas vezes ainda estudar, têm sido um dos maiores desafios enfrentados, uma vez que, conciliar todos esses elementos requer esforço e um ótimo resultado.

5. Considerações Finais

O papel que a mulher vem desempenhando desde o início de sua inserção no mercado de trabalho e principlamente na agricultura familiar sustentável foi o fator determinante e significativo para que ela permanecesse em constante evolução. O empreendedorismo feminino deu voz e vez para que a mulher pudesse minimizar as desigualdades em relação ao gênero oposto, dando possibilidades de crescimento e visibilidade à sua participação no mundo empreendedor. Diante do exposto, este trabalho teve como finalidade analisar os desafios enfrentados pelas mulheres empreendedoras na cidade de Santa Inês – MA em conciliar os conflitos entre o trabalho e a família, averiguando diferentes aspectos psicológicos (competência, desafios, qualidade de vida) que compõem a experiência das empreendedoras no âmbito da agricultura familiar sustentável, e isto foi possível por meio do posicionamento de cada uma delas em relação à pesquisa realizada e os dados obtidos. Foi viável estruturar os dados coletados destas empreendedoras, uma vez que ao analisar o perfil, as características e o seu ponto de vista sobre as abordagens referente ao tema empreendedorismo feminino na gricultura familiar, possibilitou traçar também as respostas necessárias para a elaboração da pesquisa.

Considerando o posicionamento e a visão de cada empreendedora entrevistada, pode-se observar que suas respostas estão carregadas de firmeza e equilíbrio, uma vez que, a maioria delas conseguiram demonstrar clareza e

objetividade, tornando assim perceptível o empoderamento alcançado por elas e consequentemente a maneira de se reinventarem em cada conquista profissional.

Logo, a mulher vem mostrando que seus esforços e sua competência estão em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, aspirando assim competir de forma igualitária, com o sexo masculino, principalemnte na agricultura familiar. Reforça-se nesse momento, que esta pesquisa não é conclusiva, pois o conhecimento sobre este tema é crescente e este trabalho servirá como fonte de referência para futuras pesquisas e exploração em que tratará a mulher como figura importante no mercado de trabalho no âmbito da agricultura familiar, contribuindo com excelência para o crescimento do empreendedorismo feminino rural.

Referências

ABRAMO, Laís. **A situação da mulher latino-americana: o mercado de trabalho no contexto da reestruturação**. Mulher e trabalho: experiências de ação afirmativa, São Paulo, n. 88-89 p. 111-134, abril 2001.

ALVES, José Eustáquio Diniz; CORRÊA, Sônia. Igualdade e desigualdade de gênero no Brasil: um panorama preliminar, 15 anos depois do Cairo. **Livros**, p. 121-223, 2015.

ARAÚJO, Jorge Bruno. **Análise da viabilidade econômica para abertura de uma empresa no ramo automotivo orientada ao público feminino**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto – Belo Horizonte – MG. 2018.

ARAÚJO, Maria de Fátima. Diferença e igualdade nas relações de gênero: revisitando o debate. **Psicologia Clínica**, v. 17, n.2, p. 41-52, 2005. Disponível em:http://www.scielo.br/pdf/%0D/pc/v17n2/v17n2a04.pdf. Acesso em: maio 2020.

BELTRÁN-ESTEVE, Mercedes; PICAZO TADEO, Andrés José; REIG MARTÍNEZ, Ernest. What makes a citrus farmer go'organic'? Empirical evidence from Spanish citrus farming. **Spanish Journal Of Agricultural Research,** 2012, vol. 10, num. 4, p. 901-910, 2012.

BOM ANGELO, E. **A nova postura de quem faz a diferença**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

BRUSCHINI, Cristina. O trabalho da mulher brasileira nas décadas recentes. **Estudos feministas**, p. 179- 199, 2008.

CAMPOS, Karoline Fernandes Siqueira; CAMPOS, Vinicius Batista. EMPODERAMENTO FEMININO E AGRICULTURA FAMILIAR: OS CAMINHOS DO EMPREENDEDORISMO RURAL NA SERRA DO TEIXEIRA (PB). **II Congresso Internacional da Diversidade do Semi Árido – CONIDIS.** 2017

CATARDO, Elaine. **3º setor e governo:** a máquina social. Publicado em 02/03/2005. Disponível em: www.responsabilidadesocial.com. Acessado em outubro de 2020.

COSTANZA, R., PATTEN, B. C. Defining and predicting sustainability. **Ecological economics**, 15(3), 193-196. 1995.

DARNHOFER, I., BELLON, S., DEDIEU, B., MILESTAD, R. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. **Agronomy for sustainable development**, 30(3), 545-555. 2010.

DE CAMPOS STROBINO, Márcia Regina; TEIXEIRA, Rivanda Meira. Empreendedorismo feminino e o conflito trabalho-família: estudo de multicasos no setor de comércio de material de construção da cidade de Curitiba. **Revista de Administração**, v. 49, n. 1, p. 59-76, 2014.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - **Fome na América Latina e no Caribe pode afetar quase 67 milhões de pessoas em 2030**. Disponível em:http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1297922/. Acessado em dezembro de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2014. ISBN 978-85-224-5142-5.

GNR, *Global Nutrition Report*. Disponível em:https://globalnutritionreport.org/reports/2020-global-nutrition-report/. DOI: http://dx.doi.org/10.2499/9780896295841. Acessado em dezembro de 2020.

GOMES, A. F.; SANTANA, W. G. P. & ARAÚJO, U. P.. “Empreendedorismo Feminino: O Estado-da-arte”. In: **Anais do Encontro da ANPAD**. 33. São Paulo. 2009.

IBGE CIDADES, 2020. Disponível em:https://cidades.ibge.gov.br/ - Acessado em janeiro 2021.

IFAD, International Fund for Agricultural Development. **Transforming food systems for all**. Disponível em:https://www.ifad.org/home. 2020. Acessado em dezembro de 2020.

KLEINE, A. **Operationalisierung einer Nachhaltigkeitsstrategie: Ökologie, Ökonomie und Soziales integrieren**. Springer-Verlag. 2009.

LANA, J.; ORLANDI, C.; CAMARGO, M.; BRANCO, M. A.; LENZI, F. C. A relação das competências empreendedoras e da conduta intraempreendedora no setor de serviços educacionais. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 7, n. 2, p. 77-95, 2013.

LANKESTER, Ally. Self-perceived roles in life and achieving sustainability on family farms in North-eastern Australia. **Australian Geographer**, v. 43, n. 3, p. 233-251, 2012.

LEÓN, Irene. Mulher, vida e semente. **Sementes: patrimônio dos povos a serviço da humanidade. São Paulo: Expressão popular**, p. 209-228, 2003.

MACHADO, F. B. “Dilemas de Mulheres Empreendedoras em Empresas Inovadoras Nascentes”. In: **Anais do Encontro da ANPAD**. 36, Rio de Janeiro. 2012.

MENASCHE, Renata (Org.). **A Agricultura Familiar à Mesa**: Saberes e Prática da Alimentação no Vale do Taquari. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007.

MMC - Movimento de Mulheres Camponesas - **1º Encontro Nacional do Movimento de Mulheres Camponesas do Brasil**. Disponível em:https://www.mmcbrasil.com.br/site/. 2018. Acessado em dezembro de 2020.

MONTEIRO, M.; SITA, M. **Damas de ouro:** a inteligência feminina em ação. São Paulo: Ser Mais, 2013.

MUNHOZ, G. de S. **Quais as contribuições que o estilo feminino de liderança traz para as organizações empreendedoras?** In: Encontro Nacional de Empreendedorismo. Maringá, 2000.

PERACI, Adoniram Sanches; BITTENCOURT, Gilson Alceu. Family farming and price guarantee programs in Brazil: the Food Acquisition Program (PAA). **THE FOME ZERO (ZERO HUNGER)**, p. 193, 2011.

PROBST, Elisiana Renata; RAMOS, Paulo. **A evolução da mulher no mercado de trabalho**. Santa Catarina: Instituto Catarinense de Pós-Graduação. p.1-8, 2003. Disponível em:http://www.posuniasselvi.com.br/artigos/rev02-05.pdf. Acesso março de 2020.

ROCHA-COUTINHO, Maria Lúcia. Novas opções, antigos dilemas: mulher, família, carreira e relacionamento no Brasil. **Temas em Psicologia,** v. 12, n. 1, p. 2-17. 2004.

SANTOS, Silvana Mara de Morais dos; OLIVEIRA, Leidiane. Igualdade nas relações de gênero na sociedade do capital: limites, contradições e avanços. **Rev. katálysis**, v. 13, n. 1, jun 2010.

SARTI, Cyntia. A. **A moral no mundo do trabalho**. In: SARTI, Cyntia, A. A família como espelho: um estudo sobre a moral dos pobres. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultura, 1982.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas. **Micro e Pequena Empresa no Brasil: dados gerais sobre o segmento empresarial 2017**. **CNPq. v. 1. N. 1**. Brasília. Disponível em: <http://www.sebrae. com.br>. Acesso em outubro de 2020.

SORJ, Bila; FONTES, Adriana; MACHADO, Danielle Carusi. Políticas e práticas de conciliação entre família e trabalho no Brasil: issues and policies in Brazil. **Cadernos de pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 573-594, 2007.

SUESS-REYES, J., FUETSCH, E. The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. **Journal of Rural Studies**, 47, 117-140. 2016.

TORRES, M. A. S. A divisão sexual do trabalho: A inserção da mulher no mundo do trabalho. **I Seminário Nacional de Trabalho e Gênero**, 2006.

VALE, Gláucia Maria Vasconcellos; SERAFIM, Ana Carolina Ferreira; TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Sousa. Gênero, imersão e empreendedorismo: sexo frágil, laços fortes?. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 631-649, 2011.

WITTMAN, Hannah; BLESH, Jennifer. Food Sovereignty and F ome Z ero: Connecting Public Food Procurement Programmes to Sustainable Rural Development in B razil. **Journal of Agrarian Change**, v. 17, n. 1, p. 81-105, 2017.

Capítulo 3

AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO MENSAL FORNECIDA PELO TERRACLIMATE NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Rosandro Boligon Minuzzi

AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO MENSAL FORNECIDA PELO TERRACLIMATE NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Rosandro Boligon Minuzzi[8]

Meteorologista, Professor do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Resumo: O TerraClimate é uma base de dados meteorológicos e de balanço hídrico do solo na escala mensal de toda superfície terrestre do globo com uma resolução espacial de aproximadamente 4 km. Diante da importância em conhecer a precisão dessas informações nas regiões de interesse, o objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade dos dados de precipitação fornecidos pelo TerraClimate para Santa Catarina. Seis indicadores (erro quadrático médio, erro médio, coeficientes de correlação e de determinação da regressão linear, índice de concordância e índice de desempenho) foram utilizados para essa avaliação entre os dados do Terraclimate com a precipitação medida por instrumentos em estações hidrológicas localizadas em três distintas áreas de Santa Catarina, em função dos fatores climáticos, principalmente os relacionados à continentalidade, maritimidade e altitude. Apesar da correlação estatisticamente significativa entre as precipitações registradas instrumentalmente com as fornecidas pelo Terraclimate nos meses representantivos do verão (janeiro), outono (abril), inverno (junho) e primavera (outubro), os dados fornecidos pelo TerraClimate são mais (menos) eficientes no oeste (litoral sul) do Estado. No oeste, a base de dados fornecidas pelo Terraclimate para as estações de transição (primavera e outono) apresentou um desempenho 'muito bom'. Para valores menores (maiores), o TerraClimate tende a superestimar (subestimar) a precipitação.
Palavras–chave: fatores climáticos; microclima; variabilidade espacial

Abstract: TerraClimate is a meteorological and soil water balance database on the monthly scale of the entire earth's surface of the globe with a spatial resolution of approximately 4 km. Given the importance of knowing the accuracy of this information

[8] Doutor em Agrometeorologia. E-mail: rbminuzzi@hotmail.com

in the regions of interest, the objective of this study was to evaluate the reliability of the precipitation data provided by TerraClimate for Santa Catarina. Six indicators (mean quadratic error, mean error, correlation and linear regression determination coefficients, agreement index and performance index) were used for this evaluation among the Terraclimate data with the precipitation measured by instruments in hydrological stations located in three distinct areas of Santa Catarina, due to climatic factors, mainly those related to continentality, maritimity and altitude. Despite the statistically significant correlation between the precipitations recorded instrumentally with those provided by Terraclimate in the representative months of summer (January), autumn (April), winter (June) and spring (October), the data provided by TerraClimate are more (less) efficient in the west (south coast) of the State. In the west, the database provided by TerraClimate for the transition seasons (spring and autumn) performed 'very well'. For smaller (higher) values, TerraClimate tends to overestimate (underestimate) precipitation.

Keywords: climatic fators, microclimate, spatial variability

Introdução

Uma observação meteorológica de superfície consiste de procedimentos sistemáticos e padronizados, visando à obtenção de informações qualitativas e quantitativas referentes aos elementos meteorológicos. O valor assumido por cada elemento meteorológico numa determinada observação, constitui um dado meteorológico. Esses dados podem ser obtidos mediante leituras ou registros contínuos, feitos diretamente por instrumentos; outros, porém, são identificados pelo próprio observador e, ainda há aqueles, em que são estimados ou derivados de dados instrumentais (VIANELLO; ALVES, 1991).

No entanto, as séries históricas de dados meteorológicos podem apresentar inconsistências ou ausências. Tsukahara, Jensen e Caramori (2010) alertaram que existem vários fatores que podem influenciar na ausência ou no erro de dados de uma estação meteorológica, dentre elas as falhas nos sensores, a calibração dos equipamentos, as falhas nas transmissões dos dados (telemetria), a manutenção nos sistemas e a intervenção de agentes externos. Como consequência, essas ausências ou inconsistências nos dados meteorológicos, podem gerar dificuldades nas suas análises.

Os sistemas de posicionamento global (GPS, sigla em inglês para Global Positioning System) e os sistemas de informações geográficas (SIG), tem sido utilizados para analisar os dados meteorológicos através de superfícies contínuas de distribuição espacial das variáveis, normalmente representadas em mapas cloropléticos ou através de isolinhas (CASTRO et al., 2010; LUCAS et al., 2013). Outro exemplo que vai ao encontro do avanço da tecnologia é a estimativa de dados derivados de sensores orbitais, como os fornecidos pelo satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), onde os seus dados foram avaliados para o Brasil por Pereira et al. (2013). Rampazo, Picoli e Cavaliero (2019) indicaram que estimativas de precipitação decendial derivadas de satélites e modelos são alternativas adequadas para aplicações em estudos climáticos no estado de São Paulo.

Baba, Vaz e Costa (2014) aplicaram técnicas estatísticas e geoestatísticas para a identificação de erros em dados meteorológicos no Paraná. Os métodos mostraram-se adequados na consistência de erros básicos e históricos, mas alertam que o desempenho de cada uma das técnicas pode apresentar variações, se aplicadas em regiões diferentes.

Os dados meteorológicos são essenciais para vários setores da economia e sociedade. Na agricultura, servem de base para aperfeiçoar processos de manejo ou mesmo para verificar a viabilidade do plantio de determinadas culturas. Estes dados podem dar suporte na predição de doenças e pragas relacionadas a algumas culturas, servindo de base para sistemas de alertas de doenças (TRENTIN et al., 2009).

Atualmente, existe uma grande quantidade de repositórios de dados meteorológicos disponíveis na rede mundial de computadores, principalmente disponibilizados por órgãos governamentais de meteorologia. No Brasil, em âmbito federal, cita-se o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Agência Nacional de Águas (ANA), além dos órgãos na esfera estadual.

Diversos serviços permitem o acesso aos dados meteorológicos de vários locais do mundo, como o OpenWeatherMap. O serviço provê dados meteorológicos para mais de 200 mil cidades do mundo por meio de uma interface de geolocalização disponibilizada no website ou por meio de Web Service. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desenvolveu um sistema para fornecer dados meteorológicos e agrometeorológicos de diversos municípios do país,

o Agritempo. Esse sistema é alimentado por várias fontes de dados meteorológicos, principalmente pela rede de estações do INMET.

O TerraClimate (ABATZOGLOU et al., 2018) é uma base de dados mensal de variáveis climáticas e componentes do balanço hídrico do solo de toda superfície terrestre do globo com uma resolução espacial de aproximadamente 4 km. A quantidade de dados disponibilizados no TerraClimate permite a aplicação em diversas áreas como feito por Gudo et al. (2020) na análise do potencial de energia solar para uso doméstico e agrícola no Sudão do Sul e por Abdi (2019) no estudo de insetos e incêndios florestais resultantes de oscilações climáticas no Irã.

Porém, apesar do TerraClimate oferecer a opção de preencher espaços sem registros instrumentais de precipitação, da sua abundância e diversidade de dados, previamente ao seu uso, se faz importante conhecer a precisão dessas informações nas regiões de interesse para que os resultados dos estudos não fiquem comprometidos, principalmente pela grande variabilidade espacial da precipitação.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a confiabilidade dos dados mensais de precipitação fornecidos pelo TerraClimate para o estado de Santa Catarina.

Metodologia

Foram utilizados dados mensais de precipitação de 1970 a 2019 de estações hidrológicas obtidas da base de dados Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA). As estações estão localizadas em três áreas de Santa Catarina com distintos fatores climáticos entre si, como continentalidade, maritimidade e altitude, de maneira que, em cada área houvesse ao menos duas estações na mesma região climaticamente homogênea de acordo com Thomé et al. (1999) (Figura 1). Assim, de cada uma das três áreas foi obtido uma média mensal considerada como padrão, para avaliar a precipitação fornecida pelo TerraClimate.

Os dados de precipitação do TerraClimate foram obtidos de https://app.climateengine.org/. O download dos dados pode ser pontual ou pela delimitação de um polígono que foi o adotado neste estudo, conforme indicado na Figura 1. O TerraClimate usa interpolação que combina normais climatológicas de alta resolução espacial da WordClim com outras fontes de dados observados como o CRU

Ts4.0 (Climate Research Unit, base de dados versão 4.0) e da JRA-55 (Japanese 55-year Reanalysis).

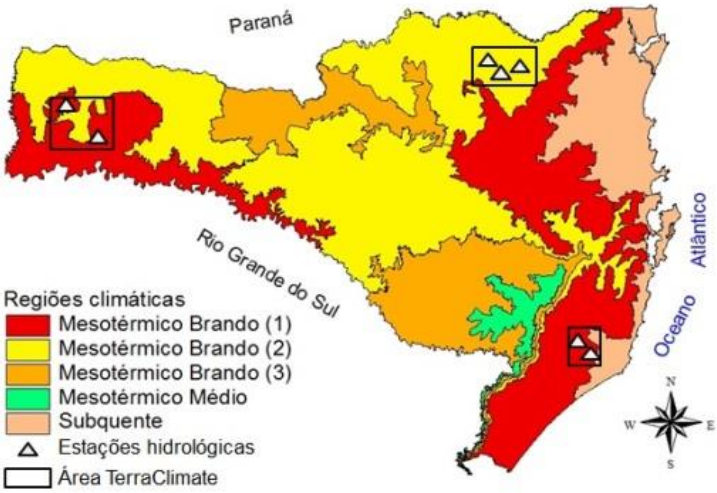


Figura 1- Localização das estações hidrológicas utilizadas no estudo e áreas selecionadas para obtenção dos dados de precipitação pelo TerraClimate em Santa Catarina com suas regiões climaticamente homogêneas de acordo com Thomé et al. (1999).

A avaliação da precipitação fornecida pelo TerraClimate foi realizada com uso do erro quadrático médio (EQM), do erro médio (EM), dos coeficientes de correlação (r) e de determinação (R^2) da regressão linear, do índice de concordância de Willmott (1981) (d) e do índice de confiança ou desempenho (c).

O Índice de Concordância é uma medida descritiva que reflete a precisão dos valores obtidos pelo TerraClimate em relação aos registros dos pluviômetros, sendo descrito pela Equação 1.

$$d=1-\left[\frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i-X_i)^2}{\sum_{i=1}^{N}(|Y_i-\bar{X}|+|X_i-\bar{X}|)^2}\right] \qquad (1)$$

em que, X_i= são os valores de precipitação registrados pelos pluviômetros; $\overline{X}$ =é a média dos valores de precipitação registrados pelos pluviômetros; Y_i= são os valores de precipitação fornecidos pelo TerraClimate; e N= é o número de dados de precipitação.

Analogamente, para a análise da confiabilidade da precipitação fornecida pelo TerraClimate, considerou-se o Índice de Confiança (c), proposto por Camargo e

Sentelhas (1997), conforme Equação 2. O critério adotado para interpretar os valores do índice c, consta na Tabela 1.

$$c = r \cdot d \tag{2}$$

Tabela 1 - Critério de interpretação do índice c (CAMARGO; SENTELHAS, 1997).

Índice c	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
≤ 0,40	Péssimo

O erro quadrático médio (EQM), foi calculado utilizando-se a Equação 3:

$$EQM = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - X_i)^2}{N-1}\right)^{1/2} \tag{3}$$

O Erro Médio (EM), representa a diferença média de precipitação pelo TerraClimate e a precipitação mensal registrada pelos pluviômetros. Assim, o EM indica a possível tendência de precipitação pelo TerraClimate em superestimar (EM>0) ou subestimar (EM<0) a precipitação registrada pelos pluviômetros, sendo calculado conforme Equação 4. Para avaliar a significância estatística ao nível de 1% de diferença entre as médias foi usado o teste t-Student. Com o valor-p pode-se averiguar se o valor calculado de t foi maior ($p<0,01$) ou menor ($p>0,01$) que o tabelado.

$$EM = \sum_{i=1}^{N}(Y_i - X_i) \tag{4}$$

A avaliação da precipitação mensal pelo TerraClimate foi feita para os meses de janeiro, abril, julho e outubro como sendo representativos do verão, outono, inverno e primavera, respectivamente.

Análise de dados

Os índices de concordância (d) próximos a 1,0 no norte e, principalmente, no oeste catarinense, demonstram a boa exatidão da precipitação obtida pelo TerraClimate em relação aos dados instrumentais (Tabela 2). Associando com os coeficientes de correlação (r) estatisticamente significativos ao nível de 1% e maiores que 0,70 nessas duas regiões do Estado, o índice c atesta os desempenhos que vão desde o 'mediano' ao 'muito bom'. A exceção nessas duas regiões foi o mês de julho no planalto norte que com uma baixa correlação e índice de concordância, resultou num desempenho considerado 'péssimo'. O erro quadrático médio (EQM) complementa a informação dada pelo índice de concordância. Quanto menor o EQM, melhor a conformidade entre a precipitação do TerraClimate com a instrumental.

Tabela 2- Indicadores de avaliação da precipitação para os meses de janeiro, abril, julho e outubro fornecida pelo TerraClimate em três áreas do estado de Santa Catarina

	Oeste				**Litoral sul**				**Planalto norte**			
	jan	**abr**	**jul**	**out**	**jan**	**abr**	**jul**	**out**	**jan**	**abr**	**jul**	**out**
EQM	50,4	42,5	72,9	52,2	80,8	54,5	59,9	39,1	56,3	40,7	103,1	49,9
EM	-4,2^{ns}	4,5^{ns}	12,3^{ns}	-11,8^{ns}	0,0^{ns}	36,2*	-22,1^{ns}	13,7^{ns}	-4,8^{ns}	-6,3^{ns}	-52,5*	-19,3^{ns}
R^2	0,51	0,80	0,58	0,71	0,26	0,35	0,45	0,56	0,53	0,59	0,41	0,61
r	0,71*	0,89*	0,76*	0,84*	0,51*	0,59*	0,67*	0,75*	0,73*	0,77*	0,64*	0,78*
d	0,84	0,94	0,82	0,90	0,66	0,66	0,69	0,84	0,84	0,83	0,59	0,85
c	0,60	0,84	0,63	0,76	0,33	0,39	0,47	0,63	0,62	0,64	0,38	0,67

* significativo a 1% pelo valor-p. ^{ns} não significativo

No geral, quanto aos coeficientes de determinação (R^2), os melhores resultados foram obtidos nos meses representativos das estações de transição outono (abril) e primavera (outubro). Como exemplo, no oeste catarinense 71% a 80% da variação da precipitação pelo Terraclimate foi explicada pelos dados instrumentais nos referidos meses, isto é, quanto mais próximo a 1,0, melhor a qualidade de ajuste dos dados fornecidos pelo Terraclimate em relação aos instrumentais.

O litoral sul do Estado apresentou os melhores números apenas em outubro, apesar de todas as regressões terem sido estatisticamente significativas. Em média, somente a precipitação do TerraClimate de abril e julho, no sul (36,2 mm) e planalto norte (52,5 mm) de Santa Catarina, respectivamente, diferiram estatisticamente entre si. No norte, o TerraClimate tende a fornecer em média precipitação de 52,5 mm

abaixo do observado. Abatzoglou et al. (2018) chamam a atenção que o TerraClimate não incorpora anomalias decorrentes de características micro e mesoclimáticas como de regiões montanhosas, litorâneas e superfícies com coberturas heterogêneas.

A Figura 2 apresenta as linhas de tendência entre a precipitação registrada por instrumentos com o fornecido pelo TerraClimate que associando com a reta 1:1, permite distinguir duas situações em função do erro médio que podem ser aplicadas para os demais meses analisados, mas não apresentados na Figura 2. Primeiro, há aquelas situações em que o EM foi pequeno, como em janeiro, no oeste (Figura 2a) e litoral sul (Figura 2b), em que a tendência da precipitação pelo TerraClimate em relação aos dados observados é heteorogênea. Nota-se que para registros menores (maiores) de precipitação o TerraClimate tende a superestimar (subestimar) os valores. Segundo, nas situações em que o valor absoluto de EM é maior, o suficiente para haver diferença significativa entre as médias, a tendência na estimativa da precipitação pelo TerraClimate é mais perceptível, como em abril, no litoral sul (Figura 2c) e em julho, no planalto norte (Figura 2d), onde o TerraClimate superestima e subestima a precipitação, respectivamente. Moazami et al. (2013) encontraram uma tendência de subestimativa da precipitação diária oriunda de três produtos de satélites para o Irã, enquanto para o Brasil, a precipitação mensal oriunda do satélite TRMM, tenderam a superestimar em 15% aos registros observados nas estações (PEREIRA et al., 2013).

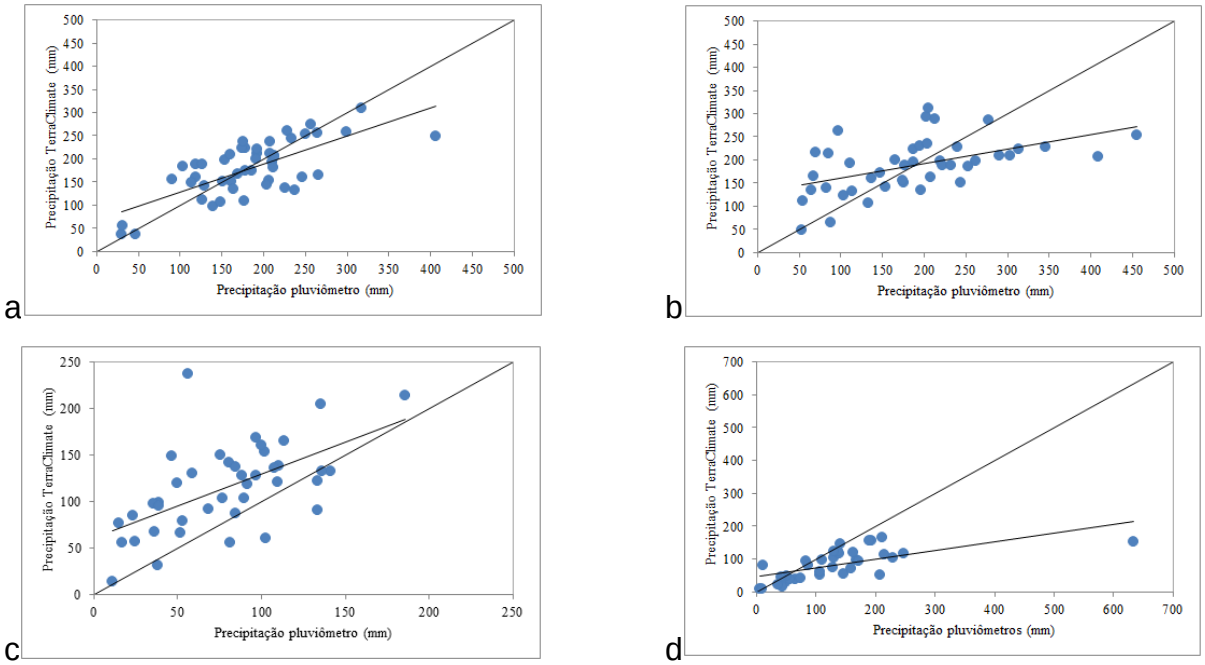


Figura 2- Gráfico de dispersão entre a precipitação obtida pelos pluviômetros e o TerraClimate para janeiro, no oeste (a) e litoral sul (b), abril, no litoral sul (c) e julho, no planalto norte de Santa Catarina.

Chama a atenção o alto registro de julho no norte de Santa Catarina (superior a 600mm) em que o TerraClimate indicou um valor muito abaixo do observado (inferior a 200mm) (Figura 2d). Mesma situação foi observada em julho nas outras duas regiões catarinenses analisadas. Esse evento chuvoso em julho, ocorrido em 1983, demonstra que em situações de extrema anomalia positiva o TerraClimate não conseguiu ser eficiente, mas estudos futuros podem ser realizados, visando amenizar esses erros através de correções conforme sugerido por Johann et al. (2011) e atestado por Pereira et al. (2013), que encontraram melhor ajuste nas estimativas de precipitação após a calibração.

A diversidade temporal e espacial nas avaliações obtidas, atestam a importância em realizar estudos com este contexto, como o realizado por Pereira et al. (2013) que encontraram uma concordância significativa de aproximadamente 97% entre os dados mensais de precipitação oriundos do satélite TRMM com as observações feitas em 183 estações espalhadas pelo Brasil. Entretanto, chamam a atenção que foram encontrados valores 9%, 8%, 6%, 13% e 9% maiores que os observados pelas estações meteorológicas para a região Centro-Oeste, Sul, Norte, Sudeste e Nordeste, respectivamente.

Neste estudo os dados instrumentais foram considerados padrões ou de referência. No entanto, no estudo de Baba, Vaz e Costa (2014), estações de uma mesma instituição apresentaram maior correlação entre elas, mesmo quando existiam estações mais próximas, mas de instituições diferentes. Isso pode representar que cada instituição tenha seus próprios critérios de calibração dos sensores das estações. Situação que não compromete a avaliação da precipitação obtida no TerraClimate, tendo em vista, que todos os dados das estações hidrológicas são pertencentes a mesma instituição.

Considerações finais

Mesmo numa região com regime de precipitação regular no decorrer do ano, mas com os principais sistemas meteorológicos indutores de chuva diferentes entre verão e inverno, o desempenho dos dados de precipitação fornecida pelo

TerraClimate se mostrou ser mais influente em função de fatores climáticos como a continentalidade/maritimidade, em que a região litorânea (oeste) foi a menos (mais) eficiente. Para registros menores (maiores), o TerraClimate tende a superestimar (subestimar) os valores de precipitação observados nas estações meteorológicas.

Percebe-se que avaliando base de dados meteorológicos como o TerraClimate e, eventualmente, realizando calibrações quando necessário, é possível fazer uso dessas informações, principalmente, em regiões com pequena densidade de estações meteorológicas e, ou, quando apresentam muitas falhas em suas séries históricas.

Referências bibliográficas

ABATZOGLOU, J.T. et al. Terraclimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015, **Scientific Data**. v.5:170191, 2018.

ABDI, O. Climate-Triggered Insect Defoliators and Forest Fires Using Multitemporal Landsat and TerraClimate Data in NE Iran: An Application of GEOBIA TreeNet and Panel Data Analysis. **Sensors**, v.19, 3965, p.1-19, 2019.

BABA, R.K.; VAZ, M.S.M.G.; COSTA, J. da. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v.29, n.4, p.515-526, 2014.

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CASTRO, F. et al. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 8, p.871-880, 2010.

GUDO, A.J.A. et al. Spatio-Temporal Analysis of Solar Energy Potential for Domestic and Agricultural Utilization to Diminish Poverty in Jubek State, South Sudan, Africa. **Energies**, v.13, 1399, p.1-22, 2020.

JOHANN, J.A. et al. Comparação entre dados de temperatura média de estações meteorológicas com no Estado do Paraná por meio de índices de vegetação do sensor MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba, PR. Anais... São José dos Campos, : INPE, 2011. p.5817-5824.

LUCAS, T.P.B. et al. Identificação de interpoladores adequados a dados de chuva a partir de parâmetros estatísticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, p.7-21, 2013.

MOAZAMI, S. et al. Comparison of PERSIANN and V7 TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA) products with rain gauge data over Iran. **International Journal of Remote Sensing**, v.34, p.8156-8171, 2013.

PEREIRA, G. et al. Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** v.18, n.3, p.139-148, 2013.

RAMPAZO, N.A.M.; PICOLI, M.C.A.; CAVALIERO, C.K.N. Comparação entre dados meteorológicos provenientes de sensoriamento remoto (modelados e de satélite) e de estações de superfície. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v.12, n.2, p.412-426, 2019.

THOMÉ, V. M. R. et al. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. CD-ROM.

TRENTIN G. et. al. Controle da requeima em batata cv. 'Asterix' como base para modelos de previsão da doença. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p.393-399, 2009.

TSUKAHARA, R.; JENSEN, T.; CARAMORI, P. H. Utilização de Redes Neurais Artificiais para preenchimento de falhas em séries horárias de dados meteorológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15, Belém, PA: SBMet, **Anais...** 2010. CD-ROM.

VIANELLO, R.L.; ALVES A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 449p. 1991

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, v.2, p.184-194, 1981.

Capítulo 4

A PIRACLOSTROBINA PRESERVA O REDIMENTO FOTOQUÍMICO EM FOLHAS DE *Coffea arabica* L. EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Sandro Dan Tatagiba

Anelisa de Figueiredo Peloso

José Francisco Teixeira do Amaral

A PIRACLOSTROBINA PRESERVA O REDIMENTO FOTOQUÍMICO EM FOLHAS DE Coffea arabica L. EM CONDIÇÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Sandro Dan Tatagiba[9]

Graduado em Agronomia e em Licenciatura em Ciências Biológicas, possui Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutorado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou Pós-Doutorado na área de Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é professor adjunto do Instituto Federal do Pará, Campus Tucuruí, lecionando no Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas e em Cursos de Ensino Médio Integrado, participando na coordenação de projetos de pesquisa, publicações em periódicos internacionais, nacionais e eventos, além de participar de membro de várias Comissões. Foi Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no IFPA-Campus Itaituba e Chefe do Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFPA-Campus Tucuruí. Atua na linha de pesquisa na área de Ciências Agrárias e Biológicas, com ênfase em Botânica, principalmente na sub área de Fisiologia Vegetal. Atuou como Analista Florestal na empresa PLANTAR. S.A Reflorestamento, tendo experiência na área florestal, trabalhando na gestão de processos, com destaque no desenvolvimento e coordenação de atividades silviculturais, além de exercer outras atividades em empresas como, por exemplo, a Centro Norte Mudas e Sementes LTDA, o SENAR e a BASF S.A.

Anelisa de Figueiredo Peloso[10]

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2012) com aperfeiçoamento em Agricultura na Universidade de Minnesota, Estados Unidos e Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Fisiologia de Plantas Cultivadas, Fitopatologia, Entomologia Agrícola e Grandes Culturas.

[9] Engenheiro Agrônomo e Licenciado em Ciências Biológicas, Doutor em Fisiologia Vegetal, sandrodantatagiba@yahoo.com.br

[10] Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal, anelisapeloso@hotmail.com

José Francisco Teixeira do Amaral[11]

Possui doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (2002). É Professor do Departamento de Engenharia Rural e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas. Atua principalmente nos seguintes temas: Fitotecnia, Cafeicultura e Nutrição Mineral de Plantas.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo investigar o efeito da piraclostrobina sobre o rendimento fotoquímico em folhas de *Coffea arabica* L., cultivar "Catuaí Vermelho" (IAC 144) submetidas ao déficit hídrico, utilizando para isso, as concentrações de pigmentos cloroplastídicos, bem como os parâmetros da fluorescência da clorofila *a*. De acordo com os resultados, observou-se que o fornecimento de piraclostrobina contribuiu para o incremento do rendimento fotoquímico da fotossíntese, o qual esteve associado a aumentos em F_0, F_m, Y(II) e Y(NPQ), além de redução em Y(NO), sendo um indicativo que pode direcionar uma maior quantidade de energia na forma de NADPH e ATP das reações que ocorrem nos tilacóides para as reações de carboxilação de CO_2 no estroma dos cloroplastos. Assim, podemos concluir que o fornecimento de piraclostrobina pode ser utilizado como uma estratégia de mitigação para aumentar a produtividade primária em *C. arabica* em condicões de déficit hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: café arábica, estrobirulina, fluorescência da clorofila *a*, pigmentos fotossintéticos.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of pyraclostrobin on the photochemical yield in leaves of *Coffea arabica* L., cultivar "Catuaí Vermelho" (IAC 144) subjected to water deficit, using for this purpose, the concentrations of chloroplast pigments, as well as chlorophyll fluorescence parameters a. According to the results, it was observed that the supply of pyraclostrobin contributed to the increase in the

[11] Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, jftamaral@yahoo.com.br

photochemical yield of photosynthesis, which was associated with increases in F_0, F_m, Y (II) and Y (NPQ), in addition to a reduction in Y (NO), being an indicator that can direct a greater amount of energy in the form of NADPH and ATP from the reactions that occur in thylakoids to the CO_2 carboxylation reactions in the chloroplast stroma. Thus, we can conclude that the supply of pyraclostrobin can be used as a mitigation strategy to increase primary productivity in *C. arabica* under water deficit conditions.

KEYWORS: arabica coffee, strobirulin, fluorescence chlorophyll *a*, photosynthetic pigments.

INTRODUÇÃO

O café arábica (*Coffea arabica* L.) é uma cultura de reconhecida importância econômica e social, devido sua representatividade no volume de produção, consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e na capacidade de geração de emprego e de renda, sendo depois dos derivados de petróleo, a segunda mercadoria mais negociada no mundo (SAKIYAMA et al., 2015).

Apesar de toda importância do café, a produção tem sido afetada pelas condições climáticas, principalmente devido à ocorrência de períodos cada vez mais prolongados de seca, como consequência do fenômeno do aquecimento global. Dentre todos os fatores abióticos, o déficit hídrico é o principal fator do ambiente que limita o crescimento e a produtividade das culturas agrícolas.

Na busca de alternativas para amenizar a situação provocada por estresses abióticos, como o déficit hídrico, estudos têm encontrado benefícios promovidos por moléculas de determinado grupo de fungicidas, entre elas, podemos destacar, a piraclostrobina, molécula pertencente ao grupo das estrobilurinas. Na cultura do café, a piraclostrobina, principal estrobirulina comercial, é utilizada no combate de duas doenças fúngicas: a ferrugem e a cercosporiose, causadas por *Hemileia vastatrix* e *Cercospora coffeicola*, respectivamente.

Além da ação fungicida, as estrobirulinas podem atuar de forma positiva sobre a fisiologia das plantas na ausência de agentes patogênicos. Tais benefícios incluem o aumento na taxa fotossintética, aumento da atividade da enzima nitrato redutase, enzima chave que está envolvida na assimilação de nitrogênio; acréscimo na produtividade, redução na taxa de síntese de etileno, podendo impedir a degradação

da clorofila e retardar a senescência das folhas, o que por ventura, pode favorecer o acúmulo de biomassa seca (FAGAN et al., 2010).

Apesar do conhecimento dos efeitos fisiológicos provocados pela estrobirulina em vegetais, até o momento não há estudos a respeito do uso desta molécula sobre a fotossíntese de plantas de café submetidas ao déficit hídrico. Portanto, a hipótese considerada neste estudo foi a de investigar se a piraclostrobina pode preservar o dano ao aparato fotossintético causado pelo déficit hídrico. Para alcançar esse objetivo, avaliações detalhadas dos pigmentos fotossintéticos e da fluorescência da clorofila *a* foram realizadas em plantas de café arábica sob diferentes concentrações de piraclostrobina em condições de déficit hídrico no substrato.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em casa de vegetação (Figura 1a) na área experimental do Núcleo de Estudos e Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro, situado na latitude 20°47'25” S, longitude 41°23'48” W e altitude de 120 m.

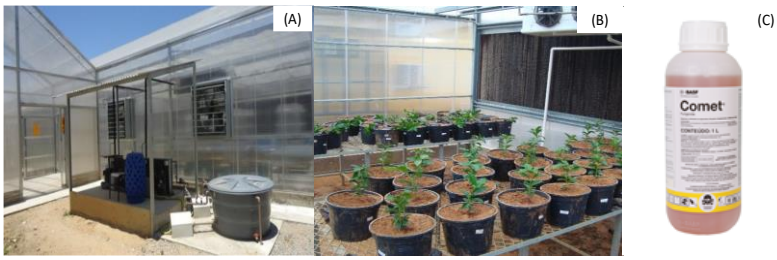
Foram utilizadas mudas com 90 dias de idade, após a germinação da cultivar de café arábica (*Coffea arabica* L.), “Catuaí Vermelho”, IAC 144, proveniente do INCAPER, Venda Nova do Imigrante - ES. As mudas foram formadas em sacos de polietileno perfurados, de cor preta, com as dimensões usuais para mudas de café (0,15 x 0,25 m). Posteriormente, foram selecionadas quanto à uniformidade e transplantadas para vasos com capacidade de 14 dm^{-3}, permanecendo sob bancadas com aproximadamente 1 m de altura durante todo o período experimental.

As mudas cresceram em casa de vegetação, com teor de umidade do substrato próximo à capacidade de campo (CC) por 130 dias, quando, então, foi iniciado o tratamento de déficit hídrico de 30% de água disponível (AD), permanecendo por 100 dias, totalizando 230 dias de experimentação.

A aplicação de piraclostrobina sob as folhas das plantas foi realizada em uma única etapa, aos 85 dias após o início do tratamento de déficit hídrico (30% de AD no substrato), aos 215 dias de experimentação. Para aplicação da piraclostrobina foi utilizado um pulverizador manual costal com capacidade de 20 L e um bico tipo leque. Foram aplicadas três concentrações de piraclostrobina: 0; 0,7 e 1,4 g/L, a partir da

diluição do produto comercial concentrado Comet® (250 g/L ou 25,0% m/v, Figura 1d) da empresa The Chemical Company - BASF S.A. A concentração de piraclostrobina recomendada pela empresa foi de 0,6 a 0,8 g/L. Para as plantas onde não foram aplicado piraclostrobina (0 g/L) foi realizado pulverização com água destilada.

Figura 1 - Estrutura externa da casa de vegetação (A), estrutura interna da casa vegetação no momento da montagem do experimento (B) e produto comercial, Comet®, utilizado para o fornecimento de piraclostrobina (C).



O substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi constituído de um Latossolo Vermelho-Amarelo (70%), areia lavada (20%) e esterco bovino curtido (10%), destorroado e passado em peneira de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar. Foi realizada análise granulométrica do substrato, obtendo-se a classificação textural argilo-arenoso.

A necessidade da aplicação de corretivos e adubos químicos foi feita com base na análise química do substrato (Tabela 1). No plantio não foi necessário fazer adubação e correção da acidez do solo. Durante o período experimental foram realizadas quatro adubações de cobertura em intervalos de 45 dias, até o final do experimento, conforme preconizado por Prezotti et al. (2007).

Tabela 1 - Análise química do substrato.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C	M.O
	---------(mg dm^{-3})-----------			----------($cmol_c$ dm^{-3})----------				------(g kg^{-1})------	
7,3	35	100	2	2,8	1,2	0,0	0,0	3,1	5,3

As adubações foram realizadas de modo a fornecer 1,20 mg de nitrogênio e 1,25 mg de potássio para cada vaso, aplicados na forma de uréia e cloreto de potássio. Os adubos foram diluídos em frasco contendo 100 mL de água.

Para determinação da lâmina de água, amostras do substrato deformadas e previamente peneiradas, foram saturadas por 12 horas e levadas à câmara de pressão de Richards com placa porosa para estabilização, adotando-se um tempo de três dias e posterior determinação da umidade gravimétrica (U), correspondente às tensões de 0,010 Mpa para capacidade de campo e 1,5 MPa para o ponto de murcha permanente.

A umidade volumétrica (θ) para cada uma das tensões foi obtida pelo produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo ($\theta = U \cdot Ds$). Os valores médios, resultantes de três repetições para densidade do solo, umidade gravimétrica na capacidade campo e no ponto de murcha permanente para o cálculo dos níveis de água, foram 1,04 g cm^{-3}; 23 e 14%, respectivamente.

A água disponível (AD) encontrada foi de 9,4%, calculada observando-se os valores de umidade volumétrica obtida para a capacidade de campo (CC) em 23,9% determinada na tensão de 0,010 MPa e para o ponto de murcha permanente (PMP) em 14,5 % na tensão de 1,5 MPa, utilizando-se a seguinte expressão: AD = CC - PMP. Os valores médios de umidade volumétrica e da tensão utilizados foram ajustados pelo modelo matemático proposto por Vangenuchten (1980), através do software Soil Retention Curves (SWRC), versão 2.0.

Para o estabelecimento da disponibilidade hídrica, foi utilizada a lâmina de água, definidos a partir da água total disponível, com valor de 30%. O controle da irrigação foi realizado pelo método gravimétrico (pesagem diária dos vasos), adicionando-se água até que a massa do vaso atingisse o valor prévio determinado em cada lâmina, considerando-se a massa do solo e de água. Ajustes nos pesos dos vasos foram realizados em intervalos de 40 dias, até o final do experimento, considerando a massa fresca total obtida pelas plantas durante o crescimento.

Aos 230 dias de experimentação foram coletadas amostras de tecidos foliares retiradas da parte externa do terço superior das plantas de cada repetição por tratamento para a determinação da concentração dos pigmentos fotossintéticos. A clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides foram extraídos em acetona a 80% e suas concentrações foram estimadas conforme Lichtenthaler (1987). Todo o procedimento foi realizado em ambiente fechado sob luz verde.

A avaliação dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* foi realizado utilizando um sistema portátil de gases a infravermelho de fluxo aberto (LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, EUA). Na antemanhã, foi obtida a fluorescência mínima (F_0) via excitação dos tecidos foliares por luz vermelha modulada de baixa intensidade (0,03 µmol fótons m^{-2} s^{-1}), quando todos os centros de reação do FS II estavam "abertos". A fluorescência máxima (F_m) foi obtida pela aplicação de um pulso de 0,8 s de luz actínica saturante (2400 µmol fótons m^{-2} s^{-1}), quando todos os centros de reação do FS II foram "fechados". A partir destas medições iniciais, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo FS II foi estimada através da eficiência quântica máxima da fotoquímica pela determinação da razão: $F_v/F_m = [(F_m - F_0)/F_m]$. Os tecidos foliares foram subsequentemente expostos a irradiação actínica (530 µmol m^{-2} s^{-1}) por 120 s para obter o rendimento de fluorescência no estado estacionário (F_s). Após um pulso de luz branca saturante (2400 µmol m^{-2} s^{-1}; 0,8 s) foi aplicada para atingir a máxima fluorescência adaptada à luz (F_m'). A fluorescência inicial adaptada à luz (F_0') foi estimada de acordo com Kramer et al. (2004). Seguindo os cálculos formulados por Kramer et al. (2004), foram determinadas a energia absorvida pelo FS II para os três componentes de dissipação do rendimento quântico a seguir: o rendimento da fotoquímica [$Y(II) = (F_m' - F_s)/F_m')$], o rendimento induzido pelo processo de dissipação regulada [$Y(NPQ) = (F_s/F_m') - (F_s/F_m)$] e o rendimento de dissipação não regulada de energia [Y(NO) = Fs/Fm] (KRAMER et al., 2004). Durante as avaliações foi utilizado no nível das folhas 400 µmol de CO_2 mol^{-1} de ar. Todas as medições foram realizadas a 25 °C e o déficit de pressão de vapor foi mantido a aproximadamente 1,0 kPa.

As avaliações dos parâmetros de fluorescência de clorofila *a* foram realizados em folhas totalmente expandidas e maduras do terço superior das plantas aos 1, 7 e 14 dias após a aplicação de piraclostrobina.

O experimento foi montando em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (Concentrações de piraclostrobina de: 0; 0,7 e 1,4 g/L) e seis repetições, para avaliar a concentração de pigmentos cloroplastídicos. Uma outra análise de variância testada para esta experiência foi o fatorial 3 × 3, que consistiu das três concentrações de piraclostrobina e três tempos de amostragem (1, 7 e 14 dias após a aplicação de piraclostrobina), com seis repetições, utilizada para avaliar os parâmetros de fluorescência da clorofila *a*.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância, e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey (P ≤0.05) utilizando o programa o software SISVAR®, versão 5.1.

RESULTADOS

As plantas que receberam aplicação de piraclostrobina apresentaram folhas com coloração verde escura, mais eretas, além de maior número de folhas novas no ápice da planta, em relação àquelas que não receberam aplicação da molécula (0,0 g/L), o que pode ter favorecido a fotossíntese da planta inteira e, portanto, ter beneficiado o maior crescimento em condições de déficit hídrico (Figura 2).

Os pigmentos fotossintéticos não apresentaram diferenças significativas, independentemente da concentração de piraclostrobina utilizada, evidenciando que a aplicação de piraclostrobina não alterou o balanço de clorofilas *a* e *b* e o conteúdo de carotenóides no aparato fotossintético do cafeeiro em condições de déficit hídrico (Tabela 2).

Figura 2 - Plantas de *Coffea arabica* L., sob diferentes concentrações de piraclostrobina em condições de déficit hídrico.

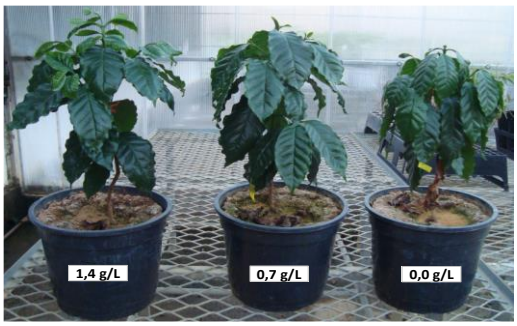


Tabela 2 - Clorofila *a* + *b* (a), razão clorofila *a*/*b* (b) e carotenóides (c) em folhas de *Coffea arabica* L., sob diferentes concentrações de piraclostrobina em condições de déficit hídrico MF = matéria fresca. (n = 6).

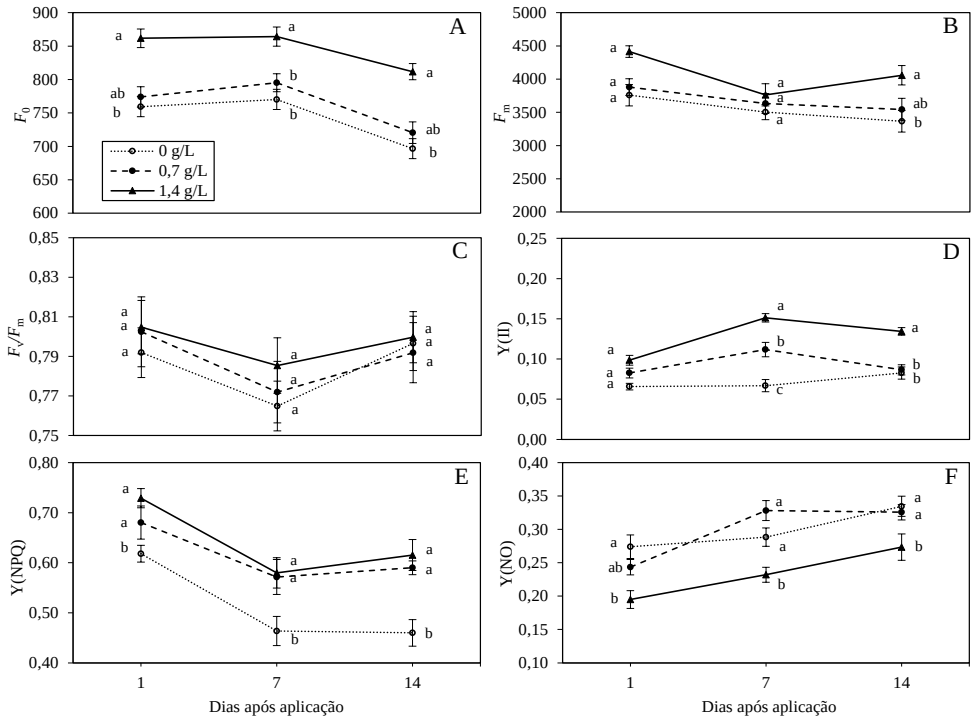
Pigmentos cloroplastídicos	Chl *a* + *b*	Chl *a*/Chl *b*	Carotenóides
	----------(g kg^{1} MF)-		

0,0 g/L	13,99a	2,18a	3,14a
0,7 g/L	14,82a	1,64a	3,34a
1,4 g/L	15,22a	2,26a	2,59a
CV (%) =	9,27	10,11	11,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

O fornecimento da piraclostrobina na concentração de 1,4 g/L foi suficiente para promover acréscimos significativos nos valores de F_0 e F_m em relação as plantas que não receberam a molécula (0 g/L de piraclostrobina), ao longo dos dias de avaliação (Figuras 3 - A e B). Apesar deste aumento significativo encontrado nas médias dos valores de F_0 e F_m, as plantas tratadas com 1,4 g/L e não tratadas (0 g/L) com piraclostrobina não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos valores de F_v/F_m (Figura 3C).

Figura 3 - Fluorescência mínima (F_0) (A), fluorescência máxima (F_m) (B), rendimento quântico máximo do FS II (F_v/F_m) (C), rendimento quântico efetivo do FSII Y(II) (D), rendimento quântico da dissipação regulada Y(NPQ) (E) e rendimento quântico da dissipação não regulada Y(NO) (F) em folhas de *Coffea arabica* L., sob diferentes concentrações de piraclostrobina em condições de déficit hídrico. Médias seguidas de mesma letra em cada tempo de amostragem (Dias após aplicação de piraclostrobina) não diferenciam entre si pelo teste Tukey ($P \geq 0.05$). Barras em cada ponto dos gráficos representam o erro padrão da média.



Os rendimentos fotoquímicos [Y(II)] e não fotoquímicos [Y(NPQ) e Y(NO)] apresentaram alterações significativas com o aumento da concentração de piraclostrobina. Acréscimos significativos nas médias dos valores de Y(II) nas plantas tratadas com 1,4 g/L em relação as plantas tratadas com 0 g/L de piraclostrobina em 56% aos 7 dias e de 36% aos 14 dias de avaliação foram encontrados (Figura 3D). Também verificaram-se aumentos significativos observados nas médias de Y(II) em 27 e 35%, aos 7 e 14 dias após a aplicação de piraclostrobina nas plantas tratadas com 1,4 g/L em relação as plantas tratadas com 0,7 g/L (Figura 3D).

Para Y(NPQ) foram registrados aumentos significativos nas plantas tratadas com 0,7 e 1,4 g/L em relação as plantas não tratadas com piraclostrobina (0 g/L) (Figura 3E).

Em adição, foram observadas ainda, reduções significativas em Y(NO) aos longos dos dias de avaliação para as plantas tratadas com 1,4 g/L de piraclostrobina em comparação as plantas não tratadas com a molécula (0 g/L) (Figura 3F).

DISCUSSÃO

Em condições de déficit hídrico, os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* mostraram a importância do fornecimento de piraclostrobina como estratégia em

reduzir os danos causados pelo déficit hídrico no rendimento fotoquímico da fotossíntese. O fornecimento de piraclostrobina as plantas foi suficiente para promover acréscimos significativos nos valores de F_0 e F_m em relação as plantas em que não foi aplicado a molécula, indicando que a piraclostrobina pode contribuir para a eficiência da energia de excitação na antena coletora de luz e reduzir possíveis danos causados pelo déficit hídrico aos centros de reação do FSII. Apesar deste aumento significativo encontrado nas médias dos valores de F_0 e F_m, as plantas tratadas e não tratadas com piraclostrobina não apresentaram diferenças significativas entre as médias dos valores de F_v/F_m, indicando que as plantas de *C. arabica* expostas a seca mantiveram a integridade da proteína D1 do FS II e não sofreram fotoinibição (TAIZ; ZEIGER, 2013). A eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), tem sido amplamente utilizado para comparar tecidos foliares em condições de estresse. Esta proporção é próxima ou ligeiramente acima de 0,8 em tecido foliar maduro e livre de estresse, porém, é progressivamente reduzido à medida que danos nos centros de reação FS II são acentuados (KRAMER et al., 2004). Estudos realizados por Cavatte et al. (2012) em *C. arabica* relataram uma alta estabilidade da eficiência fotoquímica do FS II ao déficit hídrico.

Ao contrário dos resultados encontrados para F_v/F_m, os rendimentos fotoquímicos [Y(II)] e não fotoquímicos [Y(NPQ) e Y(NO)] apresentaram alterações significativas com o aumento na concentração de piraclostrobina nas plantas. Acréscimos significativos nas médias dos valores de Y(II) nas plantas tratadas com piraclostrobina, indicaram uma maior absorção e uso da luz pelo aparato fotoquímico, o que pode levar a um aumento na taxa de transporte de elétrons através dos fotossistemas (KRAMER et al., 2004), contribuindo para acréscimos significativos na eficiência de captação da luz e seu posterior uso na produção de energia metabólica. Dessa forma, esta descoberta, ainda fornece um indicativo de que o fornecimento de piraclostrobina em plantas sob déficit hídrico pode direcionar uma maior quantidade de energia na forma de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) e adenosina trifosfato (ATP) das reações dos tilacóides para as reações de carboxilação de CO_2 no estroma dos cloroplastos (KRAMER et al., 2004).

Por sua vez, os aumentos significativos observados em Y(NPQ) nas plantas tratadas com piraclostrobina, sugerem deduzir, que a molécula contribuiu para uma maior dissipação da energia de excitação na forma de calor, indicando, portanto, atuar em condições de déficit hídrico, favorecendo a dissipação de energia não fotoquímica

em contrapartida da dissipação de energia fotoquímica, auxiliando na perda de excesso de energia que poderia causar danos as membranas do aparato fotossintético pela formação de espécies reativas de oxigênio (TAIZ; ZEIGER, 2013). As reduções significativas observadas em Y(NO) nas plantas tratadas com piraclostrobina, ainda confirmam uma efetiva contribuição na dissipação de energia perdida de forma constitutiva nas antenas do FS II e pela fluorescência, favorecendo ainda mais a dissipação de energia para os eventos não fotoquímicos.

Entretanto, fica evidente, que em condições de déficit hídrico, a energia de excitação foi direcionada para ambos os eventos, o fotoquímico e o não fotoquímico, de uma forma eficiente. Coletivamente, estas respostas são consistentes com uma maior utilização da energia de excitação para a fotoquímica afim de conduzir maiores taxas fotossintéticas pelo fornecimento da piraclostrobina em condições de déficit hídrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo indicam que o fornecimento de piraclostrobina as plantas de *C. arabica* em condições de déficit hídrico contribuiu de forma efetiva para o aumento do rendimento fotoquímico da fotossíntese, sendo um indicativo que pode direcionar uma maior quantidade de energia na forma de NADPH e ATP das reações que ocorrem nos tilacóides para as reações de carboxilação de CO_2 no estroma dos cloroplastos, colaborando para a produtividade primária das plantas.

REFERÊNCIAS

CAVATTE, P. C.; OLIVEIRA, A. A.; MORAIS, L. E.; MARTINS, S. C.; SANGLARD, L. M.; DAMATTA, F. M. Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee? A morphophysiological analysis. **Physiologia Plantarum**, v. 144, n. 2, p. 111-122, 2012.

FAGAN, E. B.; NETO, D. D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F;, MARTINS, K. V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p 771-777, 2010.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of Q_A redox state and excitation enegy fluxes. **Photosynthesis Research**, v. 79, p. 209-218, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymology**, v. 148, p. 350-832, 1987.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A**. Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/ CEDAGRO. 2007.

SAKIYAMA, N.; MARTINEZ, H.; TOMAZ, M.; BORÉM, A. **Café arábica: do plantio a colheita**. 1 ed. UFV, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013.

VANGENUCHTEN, M. T. A closed-form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, v. 41, n. 5, p. 892-898, 1980.

Capítulo 5

NUTRIÇÃO SILICATADA E O DESEMPENHO FOTOQUÍMICO EM ARROZ

Sandro Dan Tatagiba

NUTRIÇÃO SILICATADA E O DESEMPENHO FOTOQUÍMICO EM ARROZ

Sandro Dan Tatagiba

Graduado em Agronomia e em Licenciatura em Ciências Biológicas, possui Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutorado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou Pós-Doutorado na área de Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é professor adjunto do Instituto Federal do Pará, Campus Tucuruí, lecionando no Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas e em Cursos de Ensino Médio Integrado, participando na coordenação de projetos de pesquisa, publicações em periódicos internacionais, nacionais e eventos, além de participar de membro de várias Comissões. Foi Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no IFPA-Campus Itaituba e Chefe do Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFPA-Campus Tucuruí. Atua na linha de pesquisa na área de Ciências Agrárias e Biológicas, com ênfase em Botânica, principalmente na sub área de Fisiologia Vegetal. E-mail: sandrodantatagiba@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho investigar o efeito do silício (Si) sobre os parâmetros de trocas gasosas da fotossíntese [assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s) e concentração interna de CO_2 (C_i)], dos parâmetros de fluorescência da clorofila (Chl) a {fluorescência mínima (F_0), fluorescência máxima (Fm), eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), coeficiente de extinção fotoquímica (q_p), rendimento da fotoquímica [Y(II)], rendimento de dissipação de energia regulado [Y(NPQ)] e o rendimento das perdas de dissipação não reguladas [Y(NO)]}, bem como sobre as concentrações de pigmentos cloroplastídicos em plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva contendo 0 ou 2 mmol de Si (-Si ou +Si nas plantas, respectivamente). Os resultados do presente estudo indicam que o Si contribuiu para o desempenho fotoquímico em folhas de arroz, o qual, esteve associado a aumentos

em F_v/F_m, q_p, Y(II). Nas plantas supridas com Si também houve incrementos em *A* e nos pigmentos fotossintéticos. Dessa forma, podemos concluir que o suprimento de Si pode ser utilizado como uma estratégia de mitigação para aumentar a produtividade primária em arroz.

PALAVRAS-CHAVE: fluorescência de imagem da clorofila *a*, fotossíntese, *Oryza sativa*, trocas gasosas.

ABSTRACT

The objective of this work was to investigate the effect of silicon (Si) on the gas exchange parameters of photosynthesis [net assimilation of CO_2 (*A*), stomatal conductance (g_s) and internal concentration of CO_2 (C_i)], of fluorescence parameters chlorophyll (Chl) to {minimum fluorescence (F_0), maximum fluorescence (F_m), maximum quantum efficiency of photochemistry (F_v/F_m), photochemical extinction coefficient (q_p), photochemistry yield [Y(II)], yield of regulated energy dissipation [Y (NPQ)] and the yield of unregulated dissipation losses [Y(NO)]}, as well as on chloroplast pigments in rice plants grown in nutrient solution containing 0 or 2 mmol of Si (- Si or + Si in plants, respectively). The results of the present study indicate that Si contributed to the photochemical performance in rice leaves, which was associated with increases in F_v/F_m, q_p, Y(II). In the plants supplied with Si there were also increases in *A* and in the photosynthetic pigments. Thus, we can conclude that the Si supply can be used as a mitigation strategy to increase primary rice productivity.

KEYWORDS: image fluorescence of chlorophyll *a*, photosynthesis, *Oryza sativa*, gas Exchange.

INTRODUÇÃO

O silício (Si) é considerado um metalóide, desempenhando papel importante no metabolismo fisiológico vegetal. Quando no solo é o segundo elemento mais abundante, encontrando-se principalmente na forma de silicatos (EPSTEIN, 1999). O Si está disponível para as plantas como ácido monosilícico, em concentrações na ordem de 0,1 a 0,6 mM (EPSTEIN, 1999). Quando absorvido pelas plantas, o Si é depositado na forma amorfa nas paredes celulares, ligado a pectinas e polifenóis, as quais as concentrações podem variar de 01 a 15%, dependendo da espécie

(EPSTEIN, 1999). Em geral, as monocotiledôneas como o arroz apresentam altos níveis de Si na parte aérea (10 a 15%) comparadas com as eudicotiledôneas (< 5%). Tais diferenças são atribuídas principalmente aos diferentes transportadores de Si.

As primeiras pesquisas para a identificação do papel fisiológico do Si foram baseadas na cultura do arroz, e verificou-se que as plantas supridas com Si tinham maior biomassa, folhas mais eretas e apresentavam maior rendimento de grãos em comparação às não supridas com esse elemento (MA et al., 1989). Atualmente, a hipótese mais aceita para o efeito do Si é de que esse elemento aumenta a produtividade do arroz por permitir o desenvolvimento de folhas mais eretas, que intensificariam a fotossíntese da planta inteira, por melhorar a distribuição luminosa ao longo da copa, uma vez que o ângulo foliar influencia o grau de saturação luminosa das folhas superiores, e a quantidade de luz absorvida, por alterar a refletância, a absorbância e a área foliar atingida (MA et al., 1989; EPSTEIN, 1999).

Nesse contexto, além de proporcionar melhor distribuição luminosa ao longo da planta, folhas mais verticalizadas em relação ao solo poderiam não chegar à saturação luminosa durante todo seu ciclo diurno ou, então, passariam pouco tempo expostas ao estresse luminoso, resultando, portanto, em maior fotossíntese na planta inteira.

Embora, em primeira instância, a hipótese de modificação do ângulo foliar anteriormente apresentada pareça suportável, resultados experimentais indicam que a alteração do ângulo foliar não explicaria totalmente os efeitos do Si sobre a produtividade. O aumento na produção de biomassa observado nas plantas de arroz supridas com Si deve-se refletir na fotossíntese da planta inteira e/ou por área foliar, visto que esse é o processo pelo qual as plantas transformam energia luminosa em energia química, assimilando o CO_2 e outros compostos na forma de compostos orgânicos (AGARIE, 1989).

Em estudo independente, Ma et al. (1989) não encontraram diferenças significativas na razão entre a taxa de assimilação de CO_2 e a área foliar das plantas supridas ou não com Si, durante o estádio vegetativo. Ainda, Agarie (1998), estudando o efeito do Si na taxa fotossintética por área de cada folha do colmo principal de arroz, cultivado por 40 dias, apenas identificou diferenças na taxa fotossintética na quarta folha abaixo da folha mais jovem completamente expandida. O aumento na assimilação de CO_2 por planta justificaria uma maior produção de grãos caso houvesse concomitante acréscimo de fotoassimilados no colmo e na bainha de folhas

durante a fase vegetativa, para posterior remobilização para os grãos (AGARIE, 1998). Assim, tais resultados são contratantes, pelo menos aparentemente, com a hipótese de que a modificação do ângulo foliar seja o único responsável pelo aumento na atividade fotossintética do arroz pela adição de Si.

O uso de métodos não-invasivos para avaliar a fase fotoquímica da fotossíntese, tais como, a fluorescência de imagem da clorofila (Chl) *a*, quando combinados com medições de trocas gasosas, podem fornecer uma análise espaço-temporal detalhada de como a planta responde a mudanças no ambiente de cultivo (ROLFE; SCHOLES, 2010), como por exemplo, no suprimento de Si a planta. Esta técnica fornece imagens que mapeiam as alterações de parâmetros únicos associados com a fotossíntese nas folhas (KRAMER et al., 2004).

Entre os vários parâmetros de fluorescência de Chl $_a$ que podem ser avaliados, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo fotossistema (FS) II, é frequentemente representada pela eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), o qual, tem sido amplamente utilizado para comparar tecidos foliares em condições de estresse (KRAMER et al., 2004; ROLFE; SCHOLES, 2010). A energia absorvida pelos centros de reação do PS II na fotossíntese pode ser analisada ainda pela fração de energia usada na fotoquímica [Y(II)] e a perdida na não-fotoquímica, a qual pode ainda ser separada em duas concorrentes de vias não-fotoquímicas: o rendimento induzido pelo processo de regulação negativa [Y(NPQ)] associada à dissipação térmica controlada e o rendimento para outras perdas de energia [Y(NO)]. Normalmente, o estresse provocado por algum fator ambiental na planta pode levar a uma redução inicial em Y(II), um aumento em Y(NPQ) e um declínio em F_v/F_m, ligado a perda de funcionalidade do aparato fotossintético (KRAMER et al., 2004).

Considerando a importância do Si no metabolismo vegetal, o presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de investigar o desempenho fotoquímico (através da combinação das análises de trocas gasosas, da técnica de fluorescência de imagem da Chl *a* e de pigmentos fotossintéticos) em folhas de arroz supridas ou não com Si.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade de Crescimento de Plantas do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa-MG (20º 45’ S e 42º 52’ W).

As plantas de arroz foram cultivadas em soluções nutritivas modificadas preparadas com base em Hoagland e Arnon (1950). O ácido monosilícico, obtido pela passagem do silicato de potássio através de uma coluna contendo resina trocadora de cátions (Amberlite IRA 410) foi adicionado à solução nutritiva nas concentrações de 0 ou 2 mmol de Si/L.

Sementes de arroz da cultivar “Primavera”, suscetível à escaldadura, foram esterilizadas em 10% de NaOCl (v/v) por 2 min, lavadas em água esterilizada por 3 min e germinadas em papel germiteste embebido em água destilada em uma câmara de germinação (MA-835/2106UR; Marconi, São Paulo, Brasil) a 25ºC durante seis dias. As plântulas foram então transferidos para vasos plásticos de 5 L (30 cm de diâmetro) contendo solução nutritiva meia força para dois dias. Após este período, as plantas foram transferidas para vasos plásticos com novas soluções nutritivas nas concentrações de 0 (referida como -Si) ou 2 mmol de Si (referida como +Si).

A solução nutritiva, sem arejamento, foi trocada a cada quatro dias. O pH foi verificado diariamente e mantido a aproximadamente 5,5 utilizando NaOH ou de HCl (1 M), quando necessário. As plantas cresceram por 55 dias (até surgimento da décimo folha da haste principal em cultura hidropônica em casa de vegetação).

A avaliação dos parâmetros trocas gasosas foram determinadas usando um sistema portátil de fluxo aberto de troca gasosas (LI-6400XT, LI-COR, Lincoln, NE, EUA), equipado com uma câmara retangular (dimensões de 20 × 30 mm) com 6 cm^2. A assimilação líquida de carbono (A), a condutância estomática ao vapor de água (g_s) e a concentração interna de CO_2 (C_i) foram avaliadas na 7a, 8a e 9a folhas da base para o ápice, em cada repetição por tratamento em cinco dias consecutivos. As medidas foram realizadas das 09:00 às 10:30 horas (hora solar), momento em que A encontrava em seu valor máximo, sob radiação fotossinteticamente ativa artificial de 1.000 µmol de fótons m^{-2} s^{-1} no nível folha e 400 µmol de CO_2 mol^{-1} de ar. Todas as medições foram realizadas a 25 °C e o déficit de pressão de vapor foi mantido a aproximadamente 1,0 kPa.

Os parâmetros de fluorescência de imagem da Chl a foram obtidos na 8a e 9a folhas, da base para o ápice, realizada em um único dia no final do experimento, usando a versão MAXI do fluorômetro Imaging-PAM e o software Imagem Win (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Alemanha). A fim de obter as imagens (resolução de 640 x 480 pixels) dos parâmetros de fluorescência da Chl a, as folhas de cada planta foram fixadas individualmente em um suporte a uma distância de 18,5 cm a partir de uma

câmara de gravação CCD ("charge-coupled device") acoplados ao dispositivo de fluorescência.

Os tecidos foliares foram, em seguida, expostos a um feixe fraco e modulado para avaliação (0,5 µmol m^{-2} s^{-1}, de 100 µS, 1 Hz), a fim de determinar a fluorescência inicial (F0) quando todos os centros de reação do FS II estavam "abertos". Em seguida, um pulso de luz branca saturando de 2.400 µmol m^{-2} s^{-1} (10 Hz) foi aplicada durante 0,8 s para assegurar a emissão de fluorescência máxima (Fm), quando todos os centros de reação do FS II foram "fechados".

A partir destas medições iniciais, a eficiência máxima na qual a luz é absorvida pelo FS II foi estimada após a adaptação das folhas ao escuro através da eficiência quântica máxima da fotoquímica pela determinação da razão: $F_v/F_m = [(F_m - F_0)/F_m)]$. Os tecidos foliares foram subsequentemente expostos a irradiação actínica (530 µmol m^{-2} s^{-1}) por 120 s para obter o rendimento de fluorescência no estado estacionário (F_s), após um pulso de luz branca saturante (2400 µmol m^{-2} s^{-1}; 0,8 s) aplicada para atingir a máxima fluorescência adaptada a luz ($F_{m'}$).

A fluorescência inicial adaptada a luz ($F_{0'}$) foi estimada de acordo com Oxborough (2004). Seguindo os cálculos formulados por Oxborough (2004), foram determinadas a energia absorvida pelo FS II para os três componentes de dissipação do rendimento quântico a seguir: o rendimento da fotoquímica [Y(II) = $(F^{m'}-F_s)/F_{m'})$], o rendimento induzido pelo processo de regulação negativa [Y(NPQ) = $(F_s/F_{m'}) - (F_s/F_m)$] e o rendimento para outras perdas de energia (não regulado) [Y(NO) = F_s/F_m]. Além disso, o coeficiente de extinção fotoquímica (qp) foi calculado como = q_p $(F_{m'}-F_s)/(F_{m'}-F_{0'})$.

A determinação da concentração de pigmentos fotossintéticos (Chl *a*, Chl *b* e carotenóides) foram determinados de acordo com Lichtenthaler (1987) na 7a, 8a e 9a folha, a partir da base para o ápice, de cada repetição por tratamento coletadas em um único dia no final do experimento.

A determinação da concentração foliar de Si foi realizada conforme Korndörfer et al. (2004).

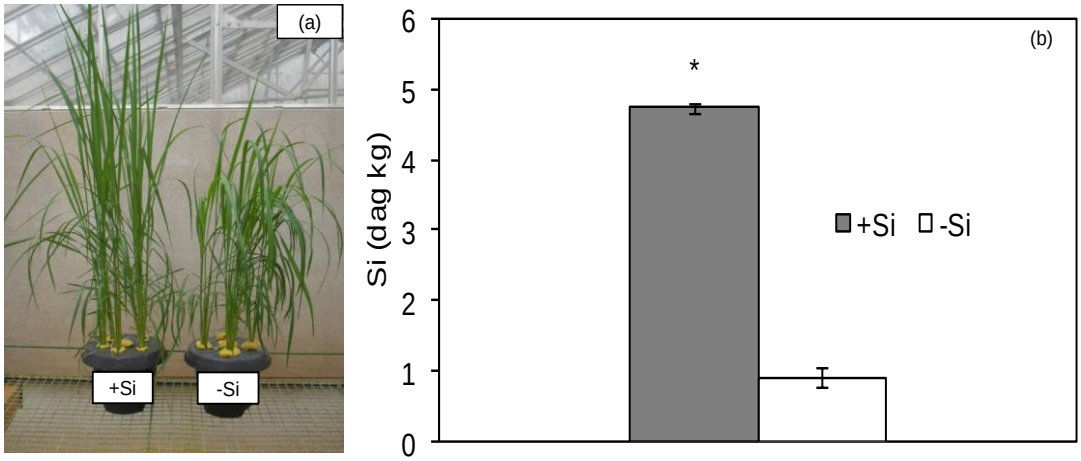
Foi estudado os parâmetros de rendimento fotoquímico de folhas de arroz em função da presença e ausência de silício (+Si ou -Si, respectivamente) e épocas de avaliação (ao 1, 2, 3, 4 e 5 dias), e os pigmentos fotossintéticos e concentração foliar de Si, apenas utilizando a presença e ausência de silício. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x5 (silício x épocas de avaliação) no delineamento

experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. A unidade experimental foi constituída de um vaso plástico com cinco plantas. Os dados obtidos para parâmetros da fluorescência e atividade fotossintética foram submetidos a análise de variância, e de regressão ($p \leq 0,05$). Os dados obtidos para pigmentos fotossintéticos e concentração de Si, foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

As plantas com +Si apresentaram folhas mais eretas em relação às plantas com -Si, o que pode ter favorecido a fotossíntese da planta inteira, por melhorar a distribuição luminosa ao longo da copa (Figura 1a). Já concentração foliar de Si aumentou significativamente nas plantas com +Si em comparação às plantas com -Si (Figura 1b).

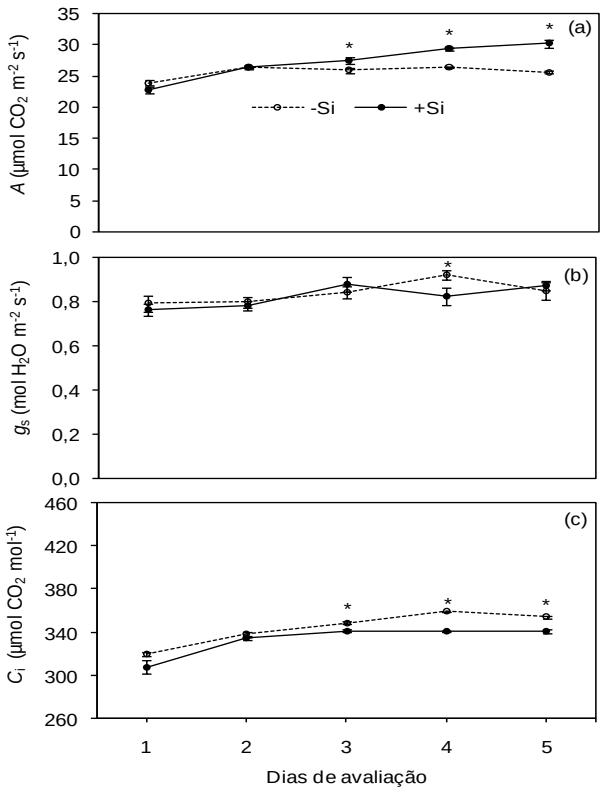
Figura 1 - Plantas de arroz da cultivar “Primavera” supridas com 0 (+Si) e 2 mmol de Si (-Si) (a). Concentração foliar de Si em plantas de arroz (b). Médias dos tratamentos seguidos de asterisco (*) são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto representam o erro padrão da média. (n = 6).



Nas plantas com +Si, houve aumentos significativos em *A* de 6, 10 e 15%, respectivamente, ao 3º 4º e 5º dia de avaliação em relação às plantas com -Si (Figura 2a). Para g_s apenas no 4º dia de avaliação houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Figura 2b). As plantas com -Si apresentaram aumento

significativo nos valores de C_i em 2, 5 e 4%, respectivamente ao 3º 4º e 5º dia de avaliação em comparação as plantas com +Si. (Figura 2c).

Figura 2 - Assimilação líquida de CO_2 (*A*) (a), condutância estomática (g_s) (b) e concentração interna de CO_2 (C_i) (c) em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0 (-Si) e 2 mmol (+Si) de Si. Médias dos tratamentos para cada dia de avaliação seguidas de asterisco (*) são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto representam o erro padrão da média. (n = 6).



As plantas com +Si apresentaram valores significativamente superiores para Chl *a*, Chl *b*, Chl *a* + *b* e carotenóides quando comparadas com as plantas com -Si (Tabela 1).

Variações no padrão de cor das imagens obtidas do tecido foliar ocorreram para os parâmetros de fluorescência avaliados com base numa escala de cores variando de 0 (preto) a 100 (rosa) (Figura 3). As primeiras mudanças visuais foram observadas nas folhas das plantas com +Si. As alterações nos padrões das imagens em qp, bem

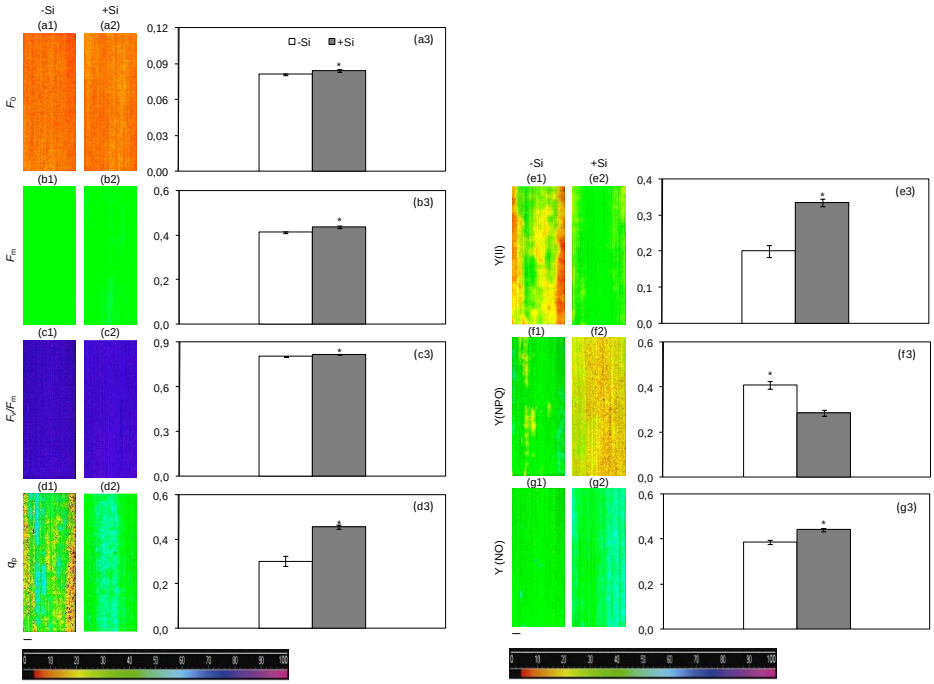
como para Y(II), Y(NPQ) e Y (NO) para as plantas com +Si foram mais notáveis do que em comparação as plantas com -Si (Figuras 3 d1- d2, e1-e2, f1-f2, g1-g2).

Tabela 1 - Concentrações de clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*), clorofila total (Chl *a* + *b*) e de carotenóides em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0 (-Si) e 2 mmol (+Si) de Si. MF = matéria fresca. (n = 6).

Pigmentos cloroplastídicos	Chl *a*	Chl *b*	Chl *a* + *b*	Carotenóides
----------(g kg^{1} MF)----------				
-Si	10,23	3,80	14,03	3,07
+Si	12,63*	4,94*	17,57*	4,16*
CV (%) =	8,51	11,87	10,10	8,33

Médias dos tratamentos seguidas de (*) na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Figura 3 - Fluorescência mínima (F_0) (a1 e a2 - imagens) (a3 - valores), fluorescência máxima (F_m) (b1 e b2 - imagens) (b3 - valores), eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m) (c1 e c2 - imagens) (c3 - valores), coeficiente de extinção da fotoquímica (q_p) (d1 e d2 - imagens) (d3 - valores), rendimento quântico efetivo do FSII Y(II) (e1 e e2 - imagens) (e3 - valores), rendimento quântico da dissipação regulada Y(NPQ) (f1 e f2 - imagens) (f3 - valores) e rendimento quântico da dissipação não regulada Y(NO) (g1 e g2 - imagens) (g3 - valores) em folhas de plantas de arroz crescidas em solução nutritiva contendo 0 (-Si) e 2 mmol (+Si) de Si. Médias dos tratamentos seguidos de asterisco (*) nos gráficos são significativamente diferentes pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Barras em cada ponto dos gráficos representam o erro padrão da média. O traço no final das imagens representam 0,5 cm. (n = 6).



Com base na análise quantitativa dos parâmetros de fluorescência, observa-se aumentos significativos nas plantas com +Si de 4% para F0, 5% para Fm, 2% para Fv/Fm, 34% para qp, 44% para Y(II) e 13% para Y(NO) em relação as plantas com -Si (Figura 3 a3, b3, c3, d3, e3 e g3). Decréscimos significativos em 46% para Y(NPQ) ocorreram nas plantas com +Si em comparação com as plantas com -Si (Figura 3, f3).

DISCUSSÃO

Para o nosso conhecimento, este estudo fornece a primeira evidência de que o Si é de extrema importância para manter o desempenho fotoquímico em plantas de arroz. As maiores concentrações de Chl e carotenóides, exerceram papéis fundamentais na fotoquímica da folha, e os parâmetros de fluorescência da Chl *a* mostram claramente a importância de um suprimento de Si como uma estratégia de mitigação para aumentar a produtividade primária, evidenciando a importância do Si na fisiologia do arroz.

Embora, em primeira instância, a hipótese de modificação do ângulo foliar (folhas eretas) anteriormente apresentada pelo suprimento de Si, pareça ser suportável, a alteração do ângulo foliar sozinha não explica totalmente os efeitos do Si sobre a fotossíntese. Os resultados experimentais do uso da técnica de fluorescência de imagem da Chl *a*, mostra que o suprimento com Si promoveu aumentos na eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), no coeficiente de extinção fotoquímica (q_p) e no rendimento quântico do FSII [Y(II)]. Esta descoberta,

juntamente com maiores concentrações de Chl *a* e carotenóides, indicam uma maior absorção e uso da luz pela fotoquímica, contribuindo por aumentar a taxa de transporte de elétrons através dos fotossistemas (OXBOROUGH, 2004) e assim poder direcionar uma maior quantidade de energia na forma de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) e adenosina trifosfato (ATP) nas reações dos tilacóides para as reações de carboxilação de CO_2 que ocorrem no estroma dos cloroplastos (KRAMER et al., 2004). Por sua vez, os valores de Y(NPQ) para as plantas com +Si diminuíram, sugerindo que menos energia de excitação foi dissipada em forma de calor, indicando, portanto, que o Si favoreceu a dissipação de energia para a fotoquímica em contrapartida da dissipação de energia não fotoquímica, promovendo assim efeitos positivos na fotossíntese. Entretanto, a energia de excitação foi direcionada para ambos os eventos, fotoquímico e não fotoquímico, de uma forma eficiente. Coletivamente, estas respostas são consistentes com uma maior utilização da energia de excitação fotoquímica para conduzir as taxas de fixação de carbono mais elevadas em plantas com +Si.

Mudanças nas taxas de assimilação de CO_2 nas folhas de plantas não estiveram associadas com g_s, independentemente do suprimento de Si ou não. Havia aumento nos valores significativos em *A* para as plantas com +Si em comparação com as plantas com -Si, enquanto de forma geral, para g_s as médias não diferiram significativamente para ambos os tratamentos. Isto implica, portanto, que o desempenho fotossintético não podia estar relacionado com a entrada de CO_2 através dos estômatos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo indicam que o Si contribuiu de forma efetiva para o desempenho fotoquímico em folhas de arroz, estando associado principalmente ao aumento da eficiência quântica máxima da fotoquímica (F_v/F_m), ao coeficiente de extinção fotoquímica (q_p) e ao rendimento quântico do FSII [Y(II)]. Estes resultados, juntamente com maiores concentrações de Chl *a* e carotenóides, indicam uma maior absorção e uso da luz pela fotoquímica.

REFERÊNCIAS

AGARIE, S.; UCHIDA, H.; AGATA, H.; KUBOTA, F.; KAUFMAN, P. Effects of silicon on transpitation and leaf conductance in rice plants (*Oryza sativa* L.). **Plant Production Science**, v. 1, p. 89-95, 1990.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D.I. The water culture method for growing plant without soil. **California Agricultural Experiment Station Circular**, v. 347, p. 1-32, 1950.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de Silício: Solo, Planta e Fertilizante**. Uberlândia, Brasil: Universidade Federal de Uberlândia, Boletim Técnico, 2004.

KRAMER, D. M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G. E. New fluorescence parameters for the determination of Q_A redox state and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v. 79, p. 209-218, 2004.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

MA, J. F.; NISHIMURA, K.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of rice plant at different growth stages. **Soil Science Plant Nutrition**, v. 35, p. 347-356, 1989.

OXBOROUGH, K. Using chlorophyll a fluorescence imaging to monitor photosynthetic performance. In: GOVINDJEE, P. G. Eds. Chlorophyll fluorescence: **A signature of photosynthesis**. Dordrecht: Springer, p. 409-428, 2004.

ROLFE, S. A.; SCHOLES, J. D. Chlorophyll fluorescence imaging of plant-pathogen interactions. **Protoplasma**, v. 247, p. 163-175, 2010.

Capítulo 6

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL: A CONTRIBUIÇÃO DOS PROGRAMAS DE POLÍTICA PÚBLICA DO GOVERNO FEDERAL – PAA E PNAE ATRAVÉS DA AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA

Alcione Lino de Araújo

Plínio Gonçalves Fahd

Melissa Rodrigues Palhano

Ana Isabel Chagas Paiva

Jorge Mateus de Carvalho Boueres

Francisco Gabriel Barros de Jesus

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL: A CONTRIBUIÇÃO DOS PROGRAMAS DE POLÍTICA PÚBLICA DO GOVERNO FEDERAL – PAA E PNAE ATRAVÉS DA AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL NA CIDADE DE SANTA INÊS - MA

Alcione Lino de Araújo[12]

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico- IFMA – Campus Santa Inês

Plínio Gonçalves Fahd[13]

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico- IFMA – Campus Santa Inês

Melissa Rodrigues Palhano[14]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Ana Isabel Chagas Paiva[15]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Jorge Mateus de Carvalho Boueres[16]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Francisco Gabriel Barros de Jesus[17]

Discente do Curso Técnico de Logística - IFMA – Campus Santa Inês

Resumo

O presente artigo pretende analisar a importância da produção agrícola familiar sustentável através da Segurança Alimentar Nutricional (SAN), por meio da contribuição dos programas de políticas públicas do Governo Federal PNAE

[12] Doutora em Engenharia da Produção, atuando em Cursos Técnicos no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – alcione.lino@ifma.edu.br;

[13] Especialista em Contabilidade Internacional e MBA Executivo Empresarial em Gestão Pública e Responsabilidade Fiscal, atuando em Cursos Técnicos no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – fhad@terra.com.br.

[14] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – palhanomelissa42@gmail.com;

[15] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – anaisachapai@gmail.com;

[16] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – jorgeboueres46@gmail.com;

[17] Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês – barrosgabriel351@gmail.com

(Programa Nacional de Alimentação Escolar) e do PAA (Programa de Aquisição de Alimentos). O objetivo desse trabalho vai além de posicionar o leitor sobre o PNAE, o PAA e a SAN em nível nacional, mas localizá-lo no estado do Maranhão. Esses programas de políticas públicas do Governo Federal brasileiro – PAA e PNAE – são destinados à aquisição de gêneros alimentícios orgânicos oriundos da agricultura familiar sustentável para merenda escolar, nos quais 30% das compras desses alimentos sejam feitas junto a agricultores familiares e suas cooperativas e/ou associações na cidade de Santa Inês - MA. A metodologia consta de uma pesquisa de campo, empregando o método quantitativo, foram aplicados questionários estruturados, e realizadas entrevistas para analisar os aspectos de satisfação dos alunos das escolas municipais da zona urbana e da zona rural quanto à merenda escolar. Pretendeu-se com esse artigo obter informações que possam enriquecer discussões a respeito da importância da Segurança Alimentar Nutricional para a merenda escolar nas escolas municipais da cidade de Santa Inês – Maranhão, onde muitas vezes a merenda escolar é a única fonte de alimentação no dia daquele aluno.

Palavras-chave: Agricultura Familiar. Escolas Municipais. Governo Brasileiro.

FOOD AND NUTRITIONAL SECURITY: THE CONTRIBUTION OF THE PUBLIC POLICY PROGRAMS OF THE FEDERAL GOVERNMENT - PAA AND PNAE THROUGH SUSTAINABLE FAMILY AGRICULTURE IN THE CITY OF SANTA INÊS – MA

Abstract

This article aims to analyze the importance of sustainable family agricultural production through SAN – Food and Nutrition Security, through the contribution of public policy programs from the Federal Government PNAE (National School Feeding Programme, PNAE) and PAA (Food Procurement Programme, PAA). The objective of this work goes beyond placing the reader on the PNAE, PAA and SAN at the national level, but locating it in the state of Maranhão. These public policy programs of the Brazilian Federal Government - PAA and PNAE - are intended for the acquisition of organic foodstuffs from sustainable family agriculture for school lunches, in which 30% of the purchases of these foods are made with family farmers and their cooperatives and / or associations in the city of Santa Ines - MA. The methodology consists of a field research, using the quantitative method, structured questionnaires were applied, and interviews were carried out to analyze the satisfaction aspects of students from municipal schools in the urban and rural areas regarding school meals. The purpose of this article was to obtain information that can enrich discussions regarding the importance of Nutritional Food Security for school lunches in municipal schools in the city of Santa Ines - Maranhão, where school lunches are often the only source of food on the day of that day student.

Keywords: Family Farming. Municipal Schools. Brazilian government.

1. Introdução

Evidencia-se, por meio da mídia globalizada, que a maioria dos países no mundo está enfrentando um sério desafio quanto à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) e a desnutrição (ONU, 2016). O conceito de SAN utilizado no Brasil, oriundo das conferências nacionais sobre o assunto e fruto de grande mobilização de organizações da sociedade civil, está definido na Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) sancionada em setembro de 2006. A SAN é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidades suficientes, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, com base em práticas alimentares saudáveis, respeitando as diversidades culturais, em bases sustentáveis do ponto de vista socioeconômico e agroecológico (CONSEA, 2016; BRASIL, 2006).

As implicações desses conceitos para a realidade do País, e principalmente para o estado do Maranhão, é que estabelecem, não somente a inter-relação da SAN com a realização do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA), com a luta contra a fome, a má-nutrição e pela garantia da alimentação adequada para todos, mas também definem claramente as obrigações do governo brasileiro frente a essas demandas. Outro aspecto relevante foi que a normatização do DHAA pela LOSAN abriu espaço para que fosse possível sua exigibilidade no Brasil (VALENTE *et. al*, 2007).

A agricultura familiar é uma força importante para a economia brasileira, sendo uma categoria social do meio rural brasileiro que sempre despertou o interesse de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento. De forma geral, pode-se considerar que a agricultura familiar está relacionada a diversos aspectos ligados à família, ao trabalho, a terra e ao ambiente.

Entre os temas emergentes, acerca da agricultura familiar envolvendo a segurança alimentar nutricional, destaca-se o empreendedorismo vinculado ao associativismo dos produtos oriundos da agricultura. Embora não seja inédita, esta temática retorna em novo cenário, caracterizado pelo crescimento da expressão dos movimentos sociais e das experiências conjuntas de produção e comercialização na economia, tanto no meio rural quanto no urbano. No que se refere, especificamente, à agricultura familiar, enfatizam-se as potencialidades de comercialização conjunta, a agregação de valor, a certificação social, a necessidade de políticas públicas adequadas e de fortalecimento de mercados locais, a criação de redes de trocas, o

crédito solidário, entre outras ideias e projetos, visando apoio e fomento à agricultura familiar. No Brasil, a família no meio rural, tem sido o foco para a implantação de determinados programas sociais, porque já existe um reconhecimento de sua instância potencializada das ações governamentais, como sujeito capaz de maximizar recursos (GOMES e PEREIRA, 2005; SAMPAIO *et. al*, 2008).

O desafio é acercar-se de informações e lançar o olhar para o compromisso que um prospecto de alimentação escolar do porte e abrangência de programas nos moldes do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) passa a ter quando introduzem a possibilidade de oferecer, na merenda escolar, alimentos produzidos de forma sustentável oriundos da agricultura familiar local. Trata-se também de mostrar como esses podem fazer diferença, como ferramentas educativas, no âmbito das diretrizes pedagógicas e curriculares, capazes de promover a educação para a sustentabilidade.

Nessa perspectiva, o presente artigo pretende analisar a importância da produção agrícola sustentável por meio da SAN, através da contribuição dos programas de políticas públicas do Governo Federal PNAE e PAA, e os caminhos para aproximar produtores e consumidores por meio dessa política pública. Esses Programas são detalhados com relação ao contexto histórico, à sua trajetória, à base legal e à sua importância recente como instrumento de política pública, visto que anteriormente essas ações norteavam-se por um caráter apenas assistencialista.

2. Fundamentação Teórica

O panorama da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) tem revelado a construção do seu conceito a partir dos intensos debates ocorridos especialmente nas últimas décadas, as diversas dimensões que compõem esse conceito e como se inter-relacionam com a realização do DHAA e com a luta contra a fome, a pobreza e as diferentes formas de desigualdade, especialmente nos países emergentes, a exemplo do Brasil.

Dentre os 7,79 bilhões de pessoas no mundo em 2020, dois bilhões sofrem de má nutrição, 800 milhões são afetadas por deficiência calórica, enquanto dois bilhões estão com sobrepeso ou obesas (FAO, 2020). De 129 países com dados disponíveis, 57 têm sérios níveis de desnutrição e sobrepeso entre crianças e adultos (GNR, 2020). Assim, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) reconhece que os países do mundo entraram em acordo sobre

metas para a nutrição, mas apesar de algum progresso nos últimos anos, o mundo está fora do caminho de atingir tais objetivos, os problemas, porém, tendem a se agravar. Em todo o planeta, o relatório prevê que a pandemia da COVID-19 poderá levar mais de 130 milhões de pessoas a passar fome crônica até o final de 2020 (FAO, 2020).

Dados divulgados pela FAO (2020) revelam que a fome voltou a aumentar no Brasil. De acordo com a entidade, 37,5 milhões de pessoas viviam uma situação de insegurança alimentar moderada no país no período entre 2014 e 2016. Entre 2017 e 2019, porém, esse número chegou a 43,1 milhões. Em termos percentuais, o número também subiu, de 18,3% para 20,6%. Os dados fazem parte do informe "O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo", o estudo global mais completo que acompanha o progresso no sentido de acabar com a fome e a desnutrição. Ele é produzido conjuntamente pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Fundo Internacional para a Agricultura (IFAD), o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), o Programa Mundial de Alimentação (PMA) da ONU e a Organização Mundial da Saúde (OMS). Ao longo dos últimos 20 anos, a FAO destacou o avanço do combate à fome no Brasil. Atualmente, a taxa de pessoas consideradas como sub-nutridas é de menos de 2,5% da população. Em 2006, essa taxa era de 4,1%. A insegurança alimentar severa também caiu, passando de 3,9 milhões de pessoas entre 2014-2016 para 3,4 milhões entre 2017 e 2019. Em termos percentuais, isso representa um queda de 1,9% da população do país para 1,6%. Mas é na camada da população com um pouco mais de recursos que a insegurança alimentar voltou a fazer parte da realidade. Dois bilhões o número de pessoas no mundo vivem num estado de insegurança alimentar, o que representa a incapacidade de ter acesso a alimentos seguros, nutritivos e suficientes o ano todo. Além dos dados sobre a insegurança alimentar, a entidade aponta que 14,5% da população brasileira ainda não tem acesso a uma dieta saudável (FAO, 2020).

Comprova-se com base em documentos-chave da legislação brasileira o fortalecimento de políticas públicas para merenda escolar como um exemplo de contexto de intervenção de segurança alimentar que fornece duas introspecções. Em primeiro lugar, destaca-se a importância de se ampliar participação no sistema de "*reflexive governance*" para atores que têm sido negligenciados por discursos sobre a segurança alimentar, com o seu foco estreito nas duas extremidades do sistema alimentar. Em segundo lugar, é enfatizada a necessidade de promover aprendizagem

social, não apenas através de escalas de *reflexive governance* (verticalmente), mas também entre as comunidades (horizontalmente) para garantir que as práticas alternativas se aglutinem em uma plataforma mais coerente que possa atingir uma geografia cada vez mais desigual da segurança alimentar (SONINO e SCHNEIDER, 2014).

A merenda escolar como parte da segurança alimentar, visa combater a insegurança alimentar, através do PMA que no ano de 2016 informou que a merenda escolar alimentava 386 milhões de crianças em todo o mundo; porém desde o fechamento das escolas, em março de 2020, mais de 39 bilhões de merendas deixaram de ser distribuídas em todo o globo (FAO, 2020; GNR, 2020). A UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), apresenta que apesar das provas contundentes de que as escolas não são um centro de transmissão da Covid-19, milhões de crianças continuam fora das salas de aula. E para os alunos que só comem no colégio, o fechamento representa mais do que perder o ensino, as crianças deixam de receber a nutrição para crescerem (UNICEF, 2020).

A merenda escolar é uma espécie de intervenção promissora visando explorar as possibilidades para uma abordagem sistêmica dentro da SAN que envolve diferentes níveis de administração e integra um foco na produção referente ao consumo. Originalmente, as políticas públicas de alimentação escolar foram utilizadas como uma ferramenta para melhorar a condição nutricional das crianças e promover a frequência escolar, o desenvolvimento cognitivo e a igualdade de gênero; essas políticas também foram criadas com a intenção de expandir os efeitos de desenvolvimento de alimentação escolar através de uma ênfase na capacidade de estimular a produção da agricultura familiar local (BENNETT e STREVENS, 2003; BUNDY, 2009).

A partir das primeiras linhas de orientação nacional sobre merenda escolar nos anos 1930, mesmo que não aplicada em bases práticas, estudiosos e profissionais envolvidos com o assunto já definiam cardápios adequados às diversas regiões do país, preconizando o emprego de alimentos regionais, o que visava enriquecer a base nutritiva da alimentação dos escolares, mas que também viria a se constituir no embrião do apoio à pequena produção local (GRISA, 2010). Na época, as iniciativas para merenda escolar existentes no Brasil foram administradas pelo UNICEF, que, durante os anos 1950, começou a entregar leite para 350.000 crianças em idade escolar em oito estados, como parte de suas iniciativas de alimentação

suplementar (UNICEF, 1986). O governo brasileiro, em 1955, lançou o PNAE, formalmente estabelecido (VASCONCELOS, 2005).

De 1945 a 1964, em que a industrialização e modernização econômica foram as principais prioridades para o Governo Federal no Brasil, o objetivo era centralizar o sistema de merenda escolar, ligando as iniciativas regionais existentes para fornecer refeições embaladas e processadas, aos alunos com círculos de ajuda alimentar internacionais (SONINO e SCHNEIDER, 2014).

Com a criação do Decreto Federal 37.106 de 31 de março de 1955 o programa de merenda escolar recém-elaborado pretendia:

> "incentivar, por todos os meios a seu alcance, os empreendimentos públicos ou particulares que se destinem a proporcionar ou facilitar a alimentação do escolar, dando-lhe assistência técnica e financeira; estudar e adotar providências destinadas à melhoria do valor nutritivo da merenda escolar e ao barateamento dos produtos alimentares, destinados a seu preparo; promover medidas para aquisição desses produtos nas fontes produtoras ou mediante convênios com entidades internacionais, inclusive com facilidades cambiais e de transporte, para sua cessão a preços mais acessíveis." (BRASIL, 1955).

Logo depois, o programa de ajuda internacional de "*Food for Peace*" o governo dos Estados Unidos da América (EUA) assumiu a iniciativa da merenda escolar do UNICEF e começou a fornecer a maioria dos alimentos consumidos nas escolas brasileiras (IPC-IG, 2016).

Em 1994, a Lei 8.913, de 12 de julho de 1994, transferiu para os governos estaduais, municipais e do distrito federal a responsabilidade de organizar os cardápios diários da merenda escolar, comprando os ingredientes, realizando controle de qualidade, e fiscalizando a utilização do uso de recursos através da operação do Conselho de Alimentação Escolar (CAE) (BRASIL, 1994). O CAE é um órgão colegiado de caráter fiscalizador, permanente, deliberativo e de assessoramento, instituído no âmbito dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, composto por, no mínimo, sete membros titulares e os respectivos suplentes: representantes do Poder Executivo, trabalhadores da educação e discentes, entidades civis e pais de alunos (Takagi, 2006), tendo em vista a importância da articulação desses participantes, aumentando a participação da sociedade civil nas políticas da merenda escolar (ROCHA, 2009). O CAE é um mecanismo chave utilizados para monitorar a qualidade da alimentação escolar, apoiar o trabalho dos nutricionistas na concepção dos cardápios escolares, controlar a qualidade das refeições servidas nas escolas,

tanto da zona urbana quanto da zona rural, e supervisionar o processo de licitação e as demonstrações de orçamento previsto pelas autoridades locais (OTSUKI, 2011).

A contribuição PNAE e PAA como Programas de Políticas Públicas no Governo Brasileiro para SAN, tende a melhorar a oferta da alimentação escolar no Brasil em termos de qualidade e diversidade, visto que fortalecem a agricultura familiar enquanto objeto de ação política. Isso conduz à evolução da qualidade de seus produtos, seu valor agregado, e ao mesmo tempo estimula a produção para o autoconsumo que preserva os hábitos alimentares locais. Também, sugere-se a possibilidade de se considerar a agricultura familiar enquanto produtora de alimentos potencialmente integrados aos mercados institucionais. É exatamente nesse ponto que se encontra a origem do PAA (BELIK E DE SOUZA, 2010; INSTITUTO CIDADANIA, 2001).

O PNAE foi desenvolvido em 1954, pelo Ministério da Saúde, com o estabelecimento da Campanha da Merenda Escolar (CME), e formalizado em 1955 pelo Ministério da Educação e Cultura por meio do Decreto nº 37.106 de 31 de março de 1955, embora não tivesse como função central erradicar a desnutrição nem ser um mecanismo indutor de desenvolvimento local. Seus objetivos principais visavam, essencialmente, à redução da desnutrição escolar e à melhoria dos hábitos alimentares. O programa atendia algumas escolas do Nordeste. Essa política foi ganhando abrangência nacional e sua operacionalização, durante todos esses anos, se deu sob diferentes denominações; em 1988, a alimentação escolar passou a ser direito constitucional (BRASIL, 1955; GRISA *et.al,* 2011). O PNAE é o programa do Governo Federal Brasileiro mais antigo e com maior tempo de atuação na área de alimentação escolar e SAN, considerado também como maior programa de suplementação alimentar da América Latina sendo considerado um dos maiores e mais abrangentes do mundo no que se refere ao atendimento universal aos escolares e de garantia do direito humano à alimentação adequada e saudável. O mesmo, desde 1997 é coordenado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MP Nº 1.784, de 14 de dezembro de 1998 e Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998) em substituição a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE). Essa política pública, gerenciada pelo FNDE, são atendidos pelo programa os alunos de toda a educação básica (educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos) matriculados em escolas públicas, filantrópicas e em entidades comunitárias (conveniadas com o poder

público). Vale destacar que o orçamento do PNAE beneficia milhões de estudantes brasileiros, como prevê o artigo 208, incisos IV e VII, da Constituição Federal (BELIK e DE SOUZA, 2010; BRASIL, 1988).

O PNAE fornece uma refeição diária para aproximadamente 46 milhões de alunos matriculados em escolas públicas no Brasil (FNDE, 2020). No contexto da mudança de política generalizada na política de alimentação e nutrição descrita acima, o PNAE foi significativamente redesenhado em 2009 para integrar a "educação, agricultura, saúde e proteção social para promover o acesso a uma alimentação saudável na escola, reforçando simultaneamente a agricultura familiar (SIDANER *et.al,* 2013). Enquanto a redução da pobreza não é um objetivo explícito do PNAE, a Lei Nacional Alimentação Escolar 11.947 de 16 de junho de 2009, preparou várias mudanças fundamentais em programas de alimentação escolar que afetaram o setor da agricultura familiar, como: revisão nutricional diretrizes estabelecidas normas de composição do cardápio que de preferências priorizasse alimentação regional e tradicional; definiu a inclusão obrigatória de frutas e legumes frescos, e restringiu a utilização de alimentos processados com níveis elevados de gordura e sódio. Mais significativamente, 30% PNAE é dirigido legalmente para ser usado na obtenção do alimento oriundo principalmente da agricultura familiar local, com prioridade para os alimentos produzidos usando métodos orgânicos ou agroecológicos (SIDANER *et.al,* 2013; BRASIL, 2009).

Ao mesmo tempo, o PNAE é recomendado, dando prioridade aos alimentos não-processados, locais e sazonais, como um meio para reduzir os custos valorizar os agricultores familiares. No ano de 1996, uma nova portaria passou a definir os critérios para aquisição de alimentos para a merenda escolar. Esta portaria acentuou a importância da comercialização de alimentos produzidos na região para incentivar a produção local, além de recomendar a aquisição de produtos que estivessem em período de safra na região. Ademais, indicava-se a necessidade de evitar a compra de alimentos de empresas do setor de alimentação (BELIK e DE SOUZA, 2010). Havia duas inovações principais introduzidas pela presente portaria: 1) financiamento para o serviço de merenda escolar foram alocados apenas para estados, distrito federal e municípios onde os CAEs estavam em operação; e os 2) governos locais foram obrigados a complementar o uso de recursos federais com um investimento de capital local para garantir os padrões mínimos do programa (SIDANER *et.al*., 2013). Além dessas inovações o PNAE começou a ser monitorado e supervisionado

financeiramente pelo FNDE, criado em 1998, ainda responsável por regular a compra pública de alimentos, e também as orientações nutricionais em diferentes níveis e escalas na merenda escolar (FNDE, 2020).

Em suma, as inovações introduzidas durante a fase de democratização da década de 1990 foram concebidas, por um lado, para eliminar a centralização administrativa, que parecia ser responsável pela falha do serviço em muitas áreas do país e por outro lado, para se encarregar da qualidade da merenda servida nas escolas da zona urbana e rural.

A ligação entre a merenda escolar e o PNAE, por meio de uma política pública, acontece através do PNAE que atende alunos matriculados na educação infantil (creches e pré-escolas) e no ensino fundamental (1ª a 8ª série) da rede pública de ensino e das escolas mantidas por entidades filantrópicas, desde que essas entidades estejam cadastradas no censo escolar e também registradas no Conselho Nacional de Assistência Social. Desde 2003 começaram a ser atendidos também os alunos das escolas indígenas (PNAE Indígena) (FNDE, 2020). Entende-se que o objetivo do programa é suprir no mínimo 15% das necessidades nutricionais diárias dos alunos, contribuir para a redução da evasão escolar e favorecer a formação de bons hábitos alimentares em crianças e adolescentes do país, dentro do espírito de uma política de SAN.

O PAA, criado por meio do art. 19 da lei nº. 10.696, de 02 de julho de 2003, representou a ideia de um mecanismo inovador de incentivo direto à agricultura familiar, produtores assentados da reforma agrária e pequenas agroindústrias, por meio da compra de sua produção (BRASIL, 2003). Inserido no contexto das políticas estruturantes do Programa Fome Zero (Instituto Cidadania, 2001), o objetivo central do PAA é possibilitar a venda, para a administração pública, de produtos agropecuários oriundos de agricultores familiares que se enquadrem no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Podem também participar os acampados da reforma agrária, os agroextrativistas, os quilombolas, as famílias atingidas por barragens, trabalhadores rurais sem-terra acampados comunidades indígenas, pescadores artesanais, aquicultores familiares e produtores familiares em condições especiais, desde que autorizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (WITTMAN e BLESH, 2017).

Originalmente, o PAA foi utilizado como uma ferramenta para melhorar a condição nutricional das crianças e promover a frequência escolar, o desenvolvimento

cognitivo e a igualdade de gênero. A partir de 2008, o PAA passou a contar com mais uma fonte de recursos com a edição do Decreto nº 6.447/087, que estabeleceu a compra de alimentos da agricultura familiar com os recursos do PNAE, transferidos pelo FNDE. Outra decisão foi à inclusão do Ministério da Educação (MEC) no grupo gestor do PAA (CONSEA, 2016).

A Agricultura Familiar Sustentável é destacada pelo The *Global Nutrition Report* através das mudanças no *status* nutricional do Brasil. O Brasil é um país dos melhores exemplos de como uma nação pode construir um forte compromisso político com a nutrição. Após instituir uma série de estratégias implementadas por meio de políticas públicas; o mesmo protagonizou mudanças estruturais que transformaram drasticamente seu panorama nutricional (GNR, 2020). Assim sendo, a FAO (2020) apresenta que o papel dos agricultores familiares na alimentação do mundo é inegável. No Brasil, eles produzem até 70% dos gêneros alimentícios. O mundo tem muito a aprender sobre a forma como o Brasil apoia os agricultores familiares, fornecendo-lhes as ferramentas de que precisam para serem bem-sucedidos. Portanto, há mais de 30 anos, o *International Fund for Agricultural Development* (IFAD) colabora com o Brasil para reduzir a pobreza, transformar as áreas rurais e aumentar sustentavelmente a produtividade dos pequenos agricultores, sempre protegendo o meio ambiente. Trabalhando juntos para assegurar que as inovações tecnológicas desenvolvidas no país sejam compartilhadas por todo o continente e outras regiões (IFAD, 2020).

Na formulação da política de desenvolvimento local considera-se a agricultura familiar como um segmento a ser dinamizado. Embora a produção familiar responda atualmente por 38% do valor bruto da produção agropecuária nacional e ocupe 77% da mão de obra do campo muitas vezes esses produtores não têm acesso às redes comerciais, sendo necessária a construção de “pontes” que os vinculem a outros agentes econômicos e sociais. A chamada “demanda institucional” constitui-se em um dos elementos que podem ser utilizados, de forma coordenada com outras ações, a fim de garantir mercado para essa produção (WITTMAN e BLESH, 2017).

A agricultura familiar está exposta a mudanças graves seja na questão econômica, política, social e ecológica; com isso ela está mais inclinada a buscar estratégias inovadoras e sustentáveis para gerenciar o risco e garantir a sobrevivência do negócio (LANKESTER, 2012).

A sustentabilidade constitui um conceito bastante ambíguo, e a definição de uma agricultura familiar sustentável em geral depende da perspectiva subjacente, por exemplo, ecológica ou política (GLOVER e REAY, 2015; LANKESTER, 2012). Uma definição amplamente utilizada de sustentabilidade descreve a sustentabilidade da seguinte forma: "um sistema sustentável é um sistema que sobrevive e persiste" (COSTANZA e PATTEN, 1995, p. 193). À luz do ambiente em rápida mudança na produção agrícola é confrontada com a crucial rapidez que as propriedades são capazes de se adaptar a novos desafios decorrentes. Estratégias destinadas à aprendizagem através de experiências e refletindo os resultados, organizar a propriedade de forma flexível e diversificar para reduzir os riscos pode ajudar a fortalecer essa capacidade de adaptação (DARNHOFER *et. al*., 2010). De acordo com o chamado “modelo de três pilares", a sustentabilidade é muitas vezes definida como um conceito tripartite composto por uma dimensão econômica, ecológica e social (KLEINE, 2009). Em termos de agricultura familiar, a sustentabilidade econômica poderia significar a geração de receitas agrícolas suficiente para garantir a independência da família de emprego não-agrícola. A sustentabilidade ecológica inclui aspectos, como a salvaguarda da biodiversidade e protege os recursos naturais. Sustentabilidade social refere-se à preservação do património cultural encontrando um equilíbrio no trabalho de vida aceitável para uma família de agricultores. Na revisão da literatura, pode-se observar um foco sobre a situação econômica e a dimensão ecológica da sustentabilidade, enquanto a dimensão social é pouco levada em conta. Fatores que estão relacionados a essas três dimensões da sustentabilidade, é observado uma ampla gama de tópicos que podem ser divididos em recursos relacionados com a propriedade, relacionados com a família e recursos relacionados com o trabalhador rural (PERACI e BITTENCOURT, 2011; SUESS-REGIS e FUETCH, 2016).

Para os recursos relacionados à propriedade, Glover e Reay (2015) argumentam que para se investigar como a agricultura familiar deve garantir a sobrevivência do negócio quando os retornos econômicos são mínimos. Os autores ainda apontam que seja identificada a diversificação de negócios para não esgotar todos os meios de recursos de capital. Seguindo a mesma análise dos autores acima quanto aos recursos relacionados com a família, a agricultura familiar tende a adotar duas estratégias quando os retornos econômicos são no mínimo: sacrificando as necessidades da família (trabalhando duro) e comprometendo o orçamento (ganhar e

gastar menos). Sacrificar é uma estratégia propensa a conflitos e pode levar ao estresse e exaustão entre os membros da família que coloca maior pressão na propriedade para gerar receitas. O comprometimento é menos propenso a conflitos, mas também obriga a família a seguir um estilo de vida modesto (WITTMAN e BLESH, 2017). Como tal, a disposição para o sacrifício e o compromisso, é um recurso típico de empresas familiares, que pode compensar *déficits* econômicos durante um determinado período de tempo. No entanto, é questionável se essas estratégias realmente podem melhorar a sobrevivência em longo prazo da propriedade. Os recursos relacionados ao trabalhador rural referem-se à educação profissional na área de conhecimento agrícola ou em agronomia (BELTRÁN-ESTEVE *et.al,* 2012). É necessário também que haja uma preocupação com os animais. Esses conhecimentos farão com que o trabalhador rural tenha a diversificação das necessidades econômicas da agricultura familiar para garantir a qualidade dos produtos oriundos da agricultura familiar.

3. Metodologia

Inicialmente a pesquisa foi conduzida e, consequentemente, estruturada a partir da formação do portfólio bibliográfico, do qual foi formado pela realização de uma revisão sistemática de literatura. Com base nessa revisão sistemática, foi possível identificar na literatura, as lacunas existentes com relação aos objetivos deste trabalho, assim como formar uma base teórica atualizada e concreta do estado da arte em torno do tema a ser pesquisado (VERGARA, 2007). A pesquisa se propôs analisar a importância da produção agrícola sustentável por meio da SAN, através da contribuição dos programas de políticas públicas do Governo Federal PNAE e PAA para a merenda escolar oriunda da produção agrícola sustentável para as escolas municipais de Santa Inês – MA, sendo trinta e seis escolas na zona urbana e vinte e oito escolas na zona rural. Foi realizada uma pesquisa de observação, onde essa técnica que permite ao pesquisador observar o comportamento das pessoas em seu ambiente natural ou controlado. São registrados de forma sistemática os dados de comportamentos, fatos e ações, tendo em vista a necessidade de analisar e observar os dados relacionados quanto à importância da merenda escolar para os educandos. Nesse sentido, foram analisados os aspectos de satisfação dos alunos quanto à merenda escolar; foi também critério de estudo a aquisição dos produtos agrícolas através dos programas de políticas públicas do Governo Federal (PNAE e PAA).

4. Análise de Resultados

A Prefeitura de Santa Inês, por meio da Secretaria de Agricultura, Pecuária, Piscicultura e Abastecimento – SEMAPA e da Secretaria de Municipal de Educação (SEMMED), através da coordenação do programa de alimentos do município, adquirem produtos através PNAE. Os alimentos comprados são hortifrúti e produtos extrativistas dos agricultores do município. Ao todo, são setenta e nove produtores que abastecem o centro de triagem dos alimentos. O PNAE é uma das políticas públicas fundamentadas no direito dos escolares à alimentação saudável e adequada.

A alimentação escolar, desde sua criação, em 1955, passou por uma série de modificações. Originalmente, a oferta de alimentos aos escolares apresentou estreita relação com o problema da fome e da desnutrição, com uma perspectiva intervencionista e paternalista, desconsiderando as questões estruturais do problema. O PNAE assumiu ainda, como premissa, os critérios restritivos incorporados ao cardápio, que colocam em evidência a intervenção do Estado no resgate de hábitos saudáveis, ao priorizar alimentos frescos e *in natura*, em detrimento de produtos processados (FNDE, 2020).

A concepção da sustentabilidade no campo da alimentação e nutrição está em processo de construção e se configura como um dos grandes desafios do nutricionista quando da elaboração dos cardápios na alimentação escolar. Sua regulamentação define a incorporação de alimentos *in natura*, diversificados e sazonais, respeitando preferências, hábitos e tradições alimentares locais (FNDE, 2020), não se limitando a especificações padronizadas sobre as características sensoriais dos alimentos nos processos de compra.

A escola é um espaço de pesquisa permanente nas comunidades rurais e urbanas, e pode também ser um espaço de reconhecimento de identidades locais enfraquecidas pelo processo de modernização da agricultura, da comida e das vidas de cada comunidade. Nesse sentido, a inserção de alimentos agrobiodiversos na alimentação escolar, como as diferentes variedades de cereais e legumes crioulos, (a exemplo do milho verde e das abóboras), os tubérculos (macaxeira, inhame) e as hortaliças espontâneas nos cardápios escolares, são entendidos como um dos aspectos promotores da sustentabilidade, relacionando-se com o resgate e a valorização cultural, bem como com o fortalecimento de sistemas alimentares de base agroecológica (SANTILLI, 2012).

No município de Santa Inês - Maranhão, a SEMMED junto com a SEMAPA, realiza antecipadamente do processo de compra junto com a Nutricionista, fazendo um estudo prévio dos alimentos apropriados, variados, nutritivos e que atendam preferencialmente à vocação agrícola e cultural do local. A inserção das frutas, hortaliças e legumes de época e do local, produzidos de forma sustentável, é sempre bem aceita para a formação de hábitos e atitudes alimentares saudáveis. Posteriormente, a nutricionista verifica os produtos da agricultura local e compõe um cardápio escolar, com base a quantidade de produção e época de colheita, valorizando o produto regional e respeitando os hábitos regionais.

Corroborando com Santilli (2012), quanto à inserção de alimentos agrobiodiversos, os produtos oriundos da agricultura familiar, são entregues todas as terças-feiras pelos fornecedores selecionados durante o período letivo nas escolas municipais (zona urbana e rural). A remessa é feita com base no peso e um cronograma mensal estabelecido pela Nutricionista, conforme demonstração de alguns itens no quadro 1.

Quadro 1 – Produtos da Agricultura Familiar

GÊNERO	ESPECIFICAÇÕES	UNIDADE	QUANT. MENSAL
Alface Crespa	Folhas de alface em boa apresentação, sem a presença de queimaduras, insetos e larvas.	KG	60
Abóbora	Legume em boa apresentação, sem rachaduras, firme e sem a presença de insetos e larvas.	KG	100
Cheiro Verde	Folhas de coentro e cebolinha, folhas verdes, fresca, sem traços de descoloração, íntegros e firmes.	KG	100
Macaxeira	Raízes de macaxeiras, bem selecionadas, de miolo consistente, sem a presença de rachaduras.	KG	500
Maxixe	Maxixe selecionado de boa apresentação, sem a presença de insetos ou larvas.	KG	100
Pimentão	Pimentões bem selecionados, de boa apresentação, sem a presença de insetos ou larvas.	KG	200

Fonte: SEMMED, 2019

Quanto à satisfação dos alunos nas escolas a respeito da merenda escolar, pode-se dizer que os alunos são unânimes, pois relataram que muitas vezes é a merenda escolar que eles têm como principal alimento durante o dia. Não apontaram

nenhum descontentamento quanto ao cardápio elaborado pela nutricionista e nem tão pouco o que é preparado pelas merendeiras das escolas.

Como a pesquisa teve um foco de observação, uma vez que não nos foi permitido acesso a entrevistar os alunos, nem mesmos os diretores das unidades escolares, o que conseguimos para demonstração está exposto no quadro 1.

5. Considerações Finais

Os programas de política pública do Governo Federal - PAA e PNAE incentivam a agricultura familiar, que é uma grande força para a economia brasileira, além de conseguir colocar nas escolas municipais comida saudável e de qualidade. Visto que, a merenda escolar é uma espécie de intervenção promissora visando explorar as possibilidades para uma abordagem sistêmica dentro da SAN que envolve diferentes níveis de administração e integra um foco na produção referente ao consumo. Originalmente, as políticas de alimentação escolar foram utilizadas como uma ferramenta para melhorar a condição nutricional das crianças e promover a frequência escolar, o desenvolvimento cognitivo e a igualdade de gênero. Essa plataforma tem grande relevância na cidade de Santa Inês - MA, já que consegue suprir as necessidades básicas dos alunos da região e até mesmo muitos estudantes carentes só frequentam a escola por conta da merenda escolar oferecida na hora do intervalo.

Referências

BELIK, Walter; DE SOUZA, Luciana Rosa. Algumas reflexões sobre os programas de alimentação escolar na América Latina. **Planejamento e políticas públicas**, 2010.

BELTRÁN-ESTEVE, Mercedes; PICAZO TADEO, Andrés José; REIG MARTÍNEZ, Ernest. What makes a citrus farmer go'organic'? Empirical evidence from Spanish citrus farming. **Spanish Journal Of Agricultural Research, 2012, vol. 10, num. 4, p. 901-910**, 2012.

BENNETT, Jon; STREVENS, A. Review of school feeding projects. **London: UK Department for International Development**, 2003.

BRASIL, **Lei nº 8.913 de 12 de Julho de 1994**. Dispõe sobre a municipalização da merenda escolar. Diário Oficial da União - Seção 1 - 13/7/1994, Página 10521 (Publicação Original), Brasília. 1994. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1994/lei-8913-12-julho-1994-349782-norma-pl.html. Acesssado em julho de 2020.

_____, **Lei nº 10.696 de 02 de julho de 2003**. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Brasília, 2 de julho de 2003; 182º da Independência e 115º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.696.htm. Acesssado em julho de 2020.

_____, **Lei nº. 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de setembro de 2006; 185º da Independência e 118º da República. Brasília. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesssado em julho de 2020.

_____, **Decreto Federal 37.106 de 31 de março de 1955**. Institui a companhia da Merenda Escolar. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1 - 2/4/1955, Página 465 Vol. 2. 1955. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-37106-31-marco-1955-332702-publicacaooriginal-1-pe.html. Acesssado em julho de 2020.

_____,**Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Diário Oficial da União, Brasília, 5 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesssado em julho de 2020.

_____,**Lei n° 11.947 de 16 de junho de 2009 – PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nos 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória no 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei no 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de junho de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm. Acesssado em julho de 2020.

BUNDY, D. A. **Rethinking school feeding: social safety nets, child development, and the education sector**. World Bank Publications. 2009.

CONSEA. **A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano a Alimentação Adequada no Brasil e Indicadores e Monitoramento e da Constituição ao de 1988 aos Dias Atuais**. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e CONSEA, Brasília. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/Consea/exec/noticias.cfm?cod=20432>. 2016. Acessado em dezembro de 2020.

COSTANZA, R., PATTEN, B. C. Defining and predicting sustainability. **Ecological economics**, 15(3), 193-196. 1995.

DARNHOFER, I., BELLON, S., DEDIEU, B., MILESTAD, R. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. **Agronomy for sustainable development**, 30(3), 545-555. 2010.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - **Fome na América Latina e no Caribe pode afetar quase 67 milhões de pessoas em 2030**. Disponível em: http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1297922/. Acesso em dezembro de 2020.

FNDE. **FNDE atualiza normas do Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Brasília, Ministério da Educação. 2020. Disponível em: https://www.fnde.gov.br/index.php/acesso-a-informacao/institucional/area-de-imprensa/noticias/item/13514-fnde-atualiza-normas-do-programa-nacional-de-alimenta%C3%A7%C3%A3o-escolar. Acessado em dezembro de 2020.

GLOVER, J. L., REAY, T. **Sustaining the Family Business With Minimal Financial Rewards: How Do Family Farms Continue?** Family Business Review, 0894486513511814. 2015.

GNR, *Global Nutrition Report*. Disponível em: https://globalnutritionreport.org/reports/2020-global-nutrition-report/. DOI: http://dx.doi.org/10.2499/9780896295841. Acessado em dezembro de 2020.

GOMES, M. A., PEREIRA, M. L. D. Família em situação de vulnerabilidade social: uma questão de políticas públicas. **Ciência & Saúde Coletiva**, 10(2), 357-363. 2005.

GRISA, C. As políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil: um ensaio a partir da abordagem cognitiva. **Desenvolvimento em Debate**, 1(2), 83-109. 2010.

GRISA, C., SCHMITT, C. J., MATTEI, L. F., MALUF, R. S., LEITE, S. P. Contribuições do Programa de Aquisição de Alimentos à segurança alimentar e nutricional e à criação de mercados para a agricultura familiar. **Agriculturas**, 8(3), 34-41. 2011.

IFAD, International Fund for Agricultural Development. **Transforming food systems for all**. Disponível em: https://www.ifad.org/home. 2020. Acessado em dezembro de 2020.

INSTITUTO CIDADANIA. **Fome Zero – Uma proposta de política de segurança alimentar para o Brasil**. Disponível em: http://institutocidadania.org.br. São Paulo. 2001. Acessado em dezembro de 2020.

IPC-IG. **Structured Demand and Smallholder Farmers in Brazil: the Case of PAA and PNAE. International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC e IG) United Nations Development Programme, Brasilia, DF**; Brazil. 2016.

KLEINE, A. **Operationalisierung einer Nachhaltigkeitsstrategie: Ökologie, Ökonomie und Soziales integrieren**. Springer-Verlag. 2009.

LANKESTER, Ally. Self-perceived roles in life and achieving sustainability on family farms in North-eastern Australia. **Australian Geographer**, v. 43, n. 3, p. 233-251, 2012.

ONU - Organização das Nações Unidas - **Programa Mundial de Alimentos firma parceria com ChildFund Brasil para promover segurança alimentar**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/99884-programa-mundial-de-alimentos-firma-parceria-com-childfund-brasil-para-promover-seguranca. Acessado em dezembro de 2020.

OTSUKI, Kei. Sustainable partnerships for a green economy: A case study of public procurement for home-grown school feeding. In: **Natural Resources Forum**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2011. p. 213-222.

PERACI, Adoniram Sanches; BITTENCOURT, Gilson Alceu. Family farming and price guarantee programs in Brazil: the Food Acquisition Program (PAA). **THE FOME ZERO (ZERO HUNGER)**, p. 193, 2011.

ROCHA, Cecilia. Developments in national policies for food and nutrition security in Brazil. **Development Policy Review**, v. 27, n. 1, p. 51-66, 2009.

SAMPAIO, Maria de Fátima Archanjo et al. (In) segurança alimentar: experiência de grupos focais com populações rurais do Estado de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 13, n. 1, p. 64-77, 2008.

SANTILLI, Juliana. A Lei de Sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 7, n. 2, p. 457-475. 2012.

SIDANER, Emilie; BALABAN, Daniel; BURLANDY, Luciene. The Brazilian school feeding programme: an example of an integrated programme in support of food and nutrition security. **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 6, p. 989-994, 2013.

SONNINO, R., Torres, C. L., SCHNEIDER, S. Reflexive governance for food security: The example of school feeding in Brazil. **Journal of Rural Studies**, 36, 1-12. 2014.

SUESS-REYES, J., FUETSCH, E. The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. **Journal of Rural Studies**, 47, 117-140. 2016.

TAKAGI, M. **A implantação da política de segurança alimentar e nutricional no Brasil: seus limites e desafios** (Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Economia. 2006.

UNICEF. ***UNICEF in the Americas for the Children of Three Decades***. In: History Series 85. UNICEF Library, NY, p. 134. 1986.

UNICEF - **Covid-19 ameaça avanços históricos em cobertura de merenda escolar no mundo** - Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/ - Acessado em dezembro de 2020.

VASCONCELOS, Francisco de Assis Guedes de. Combate à fome no Brasil: uma análise histórica de Vargas a Lula. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 4, p. 439-457, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WITTMAN, Hannah; BLESH, Jennifer. Food Sovereignty and F ome Z ero: Connecting Public Food Procurement Programmes to Sustainable Rural Development in B razil. **Journal of Agrarian Change**, v. 17, n. 1, p. 81-105, 2017.

Biografias

CURRÍCULOS DOS AUTORES

Alcione Lino de Araújo

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês. Tem formação Bacharelado em Administração; Pós-doutorado, Doutorado e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR – Campus Ponta Grossa.

Alicy Beatriz Texeira

Técnica em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Ana Isabel Chagas Paiva

Técnica em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Andressa Marques Silva

Técnica em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Anelisa de Figueiredo Peloso

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2012) com aperfeiçoamento em Agricultura na Universidade de Minnesota, Estados Unidos e Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Fisiologia de Plantas Cultivadas, Fitopatologia, Entomologia Agrícola e Grandes Culturas.

Francisco Gabriel Barros de Jesus

Técnico em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Jorge Mateus de Carvalho Boueres

Técnico em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

José Francisco Teixeira do Amaral

Possui doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa. É Professor do Departamento de Engenharia Rural e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas. Atua principalmente nos seguintes temas: Fitotecnia, Cafeicultura e Nutrição Mineral de Plantas.

Melissa Rodrigues Palhano

Técnica em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Plínio Gonçalves Fahd

do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês. Possui Pós-graduação Lato Sensu em Contabilidade Internacional (2015), E MBA Executivo Empresarial em Gestão Pública e Responsabilidade Fiscal. Graduado em Ciências Contábeis e Direito pela Universidade CEUMA.

Rickelmy das Chagas Barros

Técnico em Logística pelo Instituto Federal do Maranhão – IFMA – Campus Santa Inês.

Rosandro Boligon Minuzzi

Meteorologista, doutor em agrometeorologia, professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Rural.

Sandro Dan Tatagiba

Graduado em Agronomia e em Licenciatura em Ciências Biológicas, possui Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutorado em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Realizou Pós-Doutorado na área de Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é professor adjunto do Instituto Federal do Pará, Campus Tucuruí, lecionando no Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas e em Cursos de Ensino Médio Integrado, participando na coordenação de projetos de pesquisa, publicações em periódicos internacionais, nacionais e eventos, além de participar de membro de várias Comissões. Foi Coordenador do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no IFPA-Campus Itaituba e Chefe do Departamento de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFPA-Campus Tucuruí. Atua na linha de pesquisa na área de Ciências Agrárias e Biológicas, com ênfase em Botânica, principalmente na sub área de Fisiologia Vegetal.

ISBN 978-65-994367-8-9

9 786599 436789

Editora
REALCONHECER